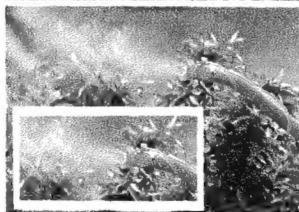
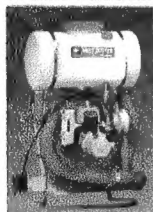
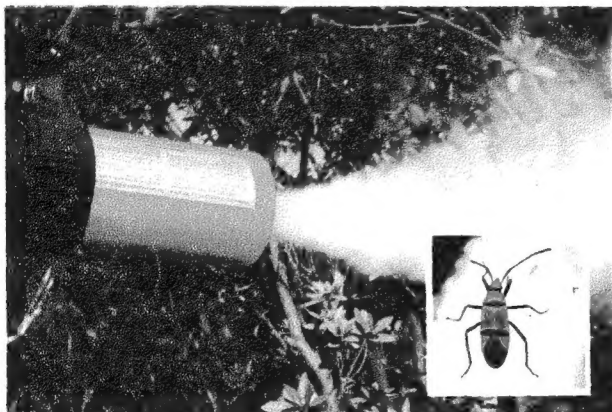


الاتجاهات الحديثة في المبيدات ومكافحة الحشرات

الجزء الثاني
« التواجد البيئي والتحكم المتكامل »



تأليف

رر / زيدان هندی عبد الحمید الدكتور / محمد إبراهيم عبد المجید



الدار العربية للنشر والتوزيع



الاتجاهات الحديثة في المبيدات ومكافحة الحشرات

الجزء الثاني

• التواجد البيئي والتحكم التكامل •

الاتجاهات الحديثة في المبيدات ومكافحة الحشرات

الجزء الثانى
« التواجد البيئى والتحكم المتكامل »

تأليف

الدكتور / زيدان هندى عبد الحميد الدكتور / محمد إبراهيم عبد المجيد
أستاذ كيمياء المبيدات — كلية الزراعة أستاذ المبيدات ومكافحة الآفات — كلية الزراعة
جامعة عين شمس جامعة عين شمس



الدار العربية للنشر والتوزيع

حقوق النشر

الاتجاهات الحديثة فى المبيدات الحشرية
الجزء الثانى
« التواجد البيئى والتحكم المتكامل »

الطبعة الأولى

ISBN977-1475-26-6

جميع حقوق التأليف والطبع والنشر © محفوظة
للددار العربية للنشر والتوزيع
١٧ ش نادى الصيد بالدق — القاهرة
ت : ٧١٨٠٠٦ — ٨٣٧١٩٦

لا يجوز نشر أى جزء من هذا الكتاب ، أو اختزان مادته بطريقة الإسترجاع ، أو نقله على أى وجه ، أو بأى طريقة سواء أكانت إلكترونية ، أم ميكانيكية ، أم بالتصوير ، أم بالتسجيل ، أم بخلاف ذلك إلا بموافقة الناشر على هذا كتابة ، ومقدمات .

مقدمة الناشر

يتزايد الاهتمام باللغة العربية في بلادنا يوماً بعد يوم ، ولاشك أنه في الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التي طالما امنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائها ، ولا ريب في أن إذلال لغة أية أمة من الأمم هو إذلال ثقافي وفكري للأمة نفسها ، الأمر الذي يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالاً ونساءً ، طلاباً وطلبات ، علماء ومثقفين ، مفكرين وسياسيين في سبيل جعل لغة العروبة تحتل مكانتها اللائقة التي اعترف المجتمع الدولي بها لغة عمل في منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها في أنحاء العالم ؛ لأنها لغة أمة ذات حضارة عريقة استوعبت — فيما مضى — علوم الأمم الأخرى ، وصهرتها في بوتقتها اللغوية والفكرية ؛ فكانت لغة العلوم والآداب ، ولغة الفكر والكتابة والمخاطبة .

إن الفضل في التقدم العلمي الذي تنعم به دول أوروبا اليوم يرجع في واقعه إلى الصحوة العلمية في الترجمة التي عاشتها في القرون الوسطى . فقد كان المرجع الوحيد للعلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتب المترجمة عن العربية لابن سينا وابن الهيثم والفارابي وابن خلدون وغيرهم من عمالقة العرب . ولم ينكر الأوروبيون ذلك ، بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفارعة والعرب والإغريق ، وهذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطوعة للعلم والتدريس والتأليف ، وأنها قادرة على التعبير عن متطلبات الحياة وما يستجد من علوم ، وأن غيرها ليس بأدق منها ، ولا أقدر على التعبير . ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجود بدأ مع عصر الاستعمار التركي ، ثم البريطاني والفرنسي ، عاق اللغة من النمو والتطور ، وأبعدوا عن العلم والحضارة ، ولكن عندما أحس العرب بأن حياتهم لا بد من أن تتغير ، وأن جهودهم لا بد أن تدب فيه الحياة ، اندفع الرواد من اللغويين والأدباء والعلماء في إنماء اللغة وتطويرها ، حتى أن مدرسة قصر العيني في القاهرة ، والجامعة الأمريكية في بيروت درّستا الطب بالعربية أول إنشائهما . ولو تصفحنا الكتب التي ألقت أو تُرجمت يوم كان الطب يدرس فيها باللغة العربية لوجدناها كتباً ممتازة لا تقل جودة عن أمثالها من كتب الغرب في ذلك الحين ، سواء في الطبع ، أو حسن التعبير ، أو براعة الإيضاح ، ولكن هذين المهندسين تنكرا للغة العربية فيما بعد ، وسادت لغة المستعمر ، وفرضت على أبناء الأمة فرضاً ، إذ رأى الأجنبي أن في خنق اللغة مجالاً لعرقلة تقدم الأمة العربية . وبالرغم من المقاومة العنيفة التي قابلها ، إلا أنه كان بين المواطنين صنائع سبقوا الأجنبي فيما يتطلع إليه ، فضفتوا في أساليب التخليق له اكتساباً لمرضاته ، ورجال تأثروا بمحلات المستعمر الظلمة ، يشككون في قدرة اللغة العربية على استيعاب الحضارة الجديدة ، وغاب عنهم ما قاله الحاكم الفرنسي لجيشه الزاحف إلى الجزائر : « علموا لغتنا وانتشروها حتى تحكم الجزائر ، فإذا حُكمت لغتنا الجزائر ، فقد حكمناها حقيقة . »

فهل لى أن أوجه نداءً إلى جميع حكومات الدول العربية بأن تبادر — فى أسرع وقت ممكن — إلى اتخاذ التدابير ، والوسائل الكفيلة باستعمال اللغة العربية لغة تدرى فى جميع مراحل التعليم العلم ، والمهنى ، والجامعى ، مع العناية الكافية باللغات الأجنبية فى مختلف مراحل التعليم لتكون وسيلة الاطلاع على تطور العلم والثقافة والانفتاح على العالم . وكلنا ثقة من إيمان العلماء والأساتذة بالتعريب ، نظراً لأن استعمال اللغة القومية فى التدريس يسر على الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوى ، وبذلك تزداد حصيلته الدراسية ، ويرتفع بمستواه العلمى ، وذلك يعتبر تأصيلاً للفكر العلمى فى البلاد ، وتمكيناً للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها فى التعبير عن حاجات المجتمع ، وألفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم .

ولا يغيب عن حكومتنا العربية أن حركة التعريب تسير متباطئة ، أو تكاد تتوقف ، بل تُحارب أحياناً ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية فى سلك التعليم والجامعات ، ممن ترك الاستعمار فى نفوسهم عقداً وأراضاً ، رغم أنهم يعلمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم إلى اللغة العربية ، وعدد من يتخاطب بها فى العالم لا يزيد على خمسة عشر مليون يهودياً ، كما أنه من خلال زياراتى لبعض الدول ، واطلاعى وجدت كل أمة من الأمم تدرس بلغتها القومية مختلف فروع العلوم والآداب والتقنية ، كاليابان ، وإسبانيا ، ودول أمريكا اللاتينية ، ولم تشكل أمة من هذه الأمم فى قدرة لغتها على تغطية العلوم الحديثة ، فهل أمة العرب أقل شأنًا من غيرها ؟

وأخيراً .. وتمشيًا مع أهداف الدار العربية للنشر والتوزيع ، وتحقيقاً لأغراضها فى تدعيم الإنتاج العلمى ، وتشجيع العلماء والباحثين فى إعادة مناهج التفكير العلمى وطرائقه إلى رحاب لغتنا الشريفة ، تقوم الدار بنشر هذا الكتاب المتميز الذى يعتبر واحداً من ضمن ما نشرته - وستقوم بنشره - الدار من الكتب العربية التى قام بتأليفها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية والعربية المختلفة .

وبهذا ... تنفذ عهداً قطعناه على المَضَى قَدَمًا فيما أردناه من خدمة لغة الوحي ، وفيما أراد الله تعالى لنا من جهاد فيها .

وقد صدق الله العظيم حينما قال فى كتابه الكريم ﴿ وَقُلْ اْعْمَلُوا فَسَيَرَى اللهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ وَالْمُؤْمِنُونَ ، وَسَتُرَدُّونَ إِلَى عَالِمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُمْ بِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُونَ ﴾ .

محمد درباله

الدار العربية للنشر والتوزيع

مقدمة

بادئ ذي بدء .. فإننا نرى أن الكوارث التي حدثت نتيجة غزو الحشرات ، وغيرها من الآفات الضارة ، هي من صنع الإنسان نفسه بالدرجة الأولى ؛ لذا .. لا بد أن تتغير الفلسفة الخاصة باستخدام هذه السموم فيما يتصل بنوعية المبيد ، وتركيزه ، وتوقيته ، ونوع الآفة المستهدفة (مجال مكافحة) ، وبالتكلفة المناسبة .

لذا .. نقدم هذا الجزء الثاني من كتاب « الاتجاهات الحديثة في المبيدات ومكافحة الحشرات » — تكملة للجزء الأول — لنستعرض فيه أحدث الخطوط المتعلقة بمجابهة الحشرات ، وانطلاقاً من العلاقة الخاصة : « الفائدة مقابل الضرر » ، متبين إلى ضرورة خضوع هذه المركبات والمبيدات للقيود الخاصة بالتقييم ، والتسجيل ، والتداول ، والاحتياطات الواجبة اتخاذها عند الاستخدام ، وألا يتم التفاضى عن أية مواصفة من مواصفات المبيد .

إن أهمية هذه الضرورة لم تنشأ من فراغ ، وإنما لأن مبيدات الآفات تعتبر — إلى الآن وحتى إلى مستقبل بعيد — العمود الفقري ، والوسيلة الحاسمة في عملية مكافحة الآفات ، وذلك على الرغم من ظهور كثير من المشكلات ، بعضها ناجم عن سوء التطبيق ، أو التوسع الرهيب في استخدامها — كما أشرنا إلى ذلك في بداية المقدمة — أو عدم اختيار المبيد المناسب .

إن مشكلة التلوث أو التواجد البيئي من أخطر المشكلات التي يواجهها الإنسان الآن ، وذلك لما لها من آثار على صحة الإنسان ، أو القضاء على الكائنات الحية النافعة للإنسان ، أو مقاومة الآفات المستهدفة لفعل المبيد الكيماوى ، أو ظهور بعض الآفات الثانوية بشكل وبائى عقب استخدام المبيد .. هذا .. بالإضافة إلى التكاليف الباهظة لإنتاج مبيد جديد ، والتي بلغت ٣٠ مليون دولار على أقل تقدير ، بما فى ذلك من مراعاة لصفات مطلوبة ، مثل : التخصص ، القبول البيئى ، التركيز والتوقيت المناسبين .

بما تقدم .. كان نزاماً علينا أن نفرد جزءاً خاصاً لهذه المسألة ، وذلك حتى يتسنى فهم العلاقة بين الحشرات والإنسان فهماً صحيحاً من جهة ، وبوصفه مجالاً حديثاً فى تلك الناحية الدراسية من جهة أخرى . ومن ثم .. أصبح واجباً على المشرفين ، والقائمين بعمليات مكافحة الآفات عدم إدعاء المعرفة بكل شئ ، وذلك لاحتياج هذا العلم إلى معرفة متشعبة ، متعددة الجوانب من جهة ، وكى تتوافر الثقة بينه وبين المزارعين من جهة أخرى بما يضمن نجاح العملية التطبيقية .

وقد قصدنا إلى تزويد الكتاب بقائمة مستفيضة من المصطلحات العلمية — المستخدمة في هذا المجال — باللغة الانجليزية ، مع ترجمتها ، وذلك حتى تقلل من سوء الفهم الذى قد يبرز أمام القارئ غير المتخصص ، كما حاولنا أن نتناول — بكافة الطرق — النواحي التطبيقية والخبرات الميدانية في مصر ، والبلاد العربية ، والبلاد الأوروبية المتقدمة ، مسترشدين في ذلك ، بالتطور التاريخي لصناعة المبيدات .

مما سبق .. نتمنى أن يكون هذا الكتاب — بجزأيه — إضافة جديدة ثرية متطورة للمكتبة العربية ، بما يضمه بين دفتيه من موضوعات في غاية الأهمية لجميع الطلاب ، والباحثين ، والممارسين في مجال المبيدات ومكافحة الآفات في جميع أرجاء الوطن العربى .

والله ولى التوفيق ،،،

المؤلفان

إهداء

إلى
كل أفراد الأسرتين
أساتذتنا الذين تعلمنا منهم ...
زملائنا على درب المعرفة المضي ...
طلابنا ... حملة رسالتنا بإذن الله ...
إلهم جميعاً
كل التقدير والإعزاز والعرفان بالجميل

المؤلفان

المحتويات

القسم الأول التواجد البيئي لمبيدات الآفات

الفصل الأول : حركة المبيدات في البيئة

أولاً : مقدمة	٢١
ثانياً : تواجد وثبات وأخطار مبيدات الآفات الكلورينية في البيئة	٢٥

الفصل الثاني : بعض مظاهر سلوك المبيدات في التربة

أولاً : مقدمة	٤٥
ثانياً : كثافة وصول المبيدات للتربة الزراعية	٤٦
ثالثاً : سلوك المبيدات في التربة ومصيرها	٤٩
رابعاً : تأثير مبيدات التربة على الكائنات الدقيقة	٦٩

الفصل الثالث : التأثيرات الجانبية على النباتات

أولاً : مقدمة	٨١
ثانياً : معايير التأثيرات الجانبية للمبيدات على النباتات	٨٢

الفصل الرابع : مخلفات المبيدات في المواد الغذائية

أولاً : استجابة الإنسان وحيوانات التجارب لفعل المبيدات	٩١
ثانياً : تقسيم المبيدات تبعاً للسمية الحادة للمركب	١١١

الفصل الخامس : التخلص من مخلفات المبيدات في المواد الغذائية

أولاً : مقدمة	١٢٥
ثانياً : تأثير عمليات التجهيز على مخلفات المبيدات	١٢٨

ثالثاً : العلاقة بين تقليل أو إزالة المخلفات خلال التجهيز بسلوك

- المبيد والطريقة المستخدمة ١٣٢
رابعاً : ثبات المبيدات تحت التبريد والتخزين ١٣٤
خامساً : دراسات ميدانية عن مخلفات المبيدات في المواد
الغذائية في مراكز البحث العلمي المصرية ١٣٦

الفصل السادس : بعض الاتجاهات التطبيقية للتخلص من بقايا المبيدات في البيئة

- أولاً : مقدمة ١٤٥
ثانياً : دور العوامل السابقة في تكسّر وتدهور المبيدات ،
ومن ثم التخلص من بقايا المبيدات ١٤٧

القسم الثاني

طرق مكافحة الآفات بين القديم والحديث

الفصل الأول : التقييم الحيوى للمبيدات

- أولاً : التحضير لتجارب التقييم الحيوى ١٧٢
ثانياً : طرق المعاملة ١٧٤
ثالثاً : تمثيل نتائج التقييم الحيوى للمبيدات ١٧٨
رابعاً : أهمية تقدير الاستجابة الكمية ١٧٨
خامساً : الحصول على نتائج لتقييم الاستجابة الكيفية ١٧٩
سادساً : الطرق الإحصائية لعرض نتائج التقييم الحيوى ١٨٢
سابعاً : العوامل المؤثرة على التقييم الحيوى ١٩٩
ثامناً : بعض العلاقات والمتغيرات المرتبطة بمخطوط السمية ٢٠٨
تاسعاً : التقييم الحيوى لبعض الاتجاهات الحديثة في المكافحة ٢٢١
عاشراً : تصميم التجربة الحقلية ٢٢٦

الفصل الثانى : المكافحة الزراعية

- أولاً : مقدمة ٢٤٥
سرتانياً : أهم وسائل المكافحة الزراعية ٢٤٦

الفصل الثالث : المكافحة الحيوية

- أولاً : مقدمة ٢٥٧
ثانياً : عناصر المكافحة الحيوية ٢٥٨

الفصل الرابع : مكافحة الميكروبية

أولاً : مقدمة	٢٦٧
ثانياً : مسببات الأمراض في الحشرات	٢٦٨
ثالثاً : صفات مسببات الأمراض	٢٦٩
رابعاً : العوامل البيئية	٢٧٢
خامساً : تطبيق المبيدات الميكروبية	٢٧٤

الفصل الخامس : الخنايط والنشاطات

أولاً : خنايط المبيدات (الفلسفة والمستقبل)	٢٨١
ثانياً : التنشيط (أهميته ومدلولاته)	٢٨٧

الفصل السادس : مبيدات البيض

أولاً : مقدمة	٣٠٥
ثانياً : العوامل التي تؤثر على كفاءة مبيدات البيض	٣٠٦
ثالثاً : أنواع مبيدات البيض — استخداماتها — طريقة فعلها	٣١١
رابعاً : إمكانات استخدام مبيدات البيض في المستقبل	٣٢٦

الفصل السابع : مانعات التغذية

أولاً : مقدمة	٣٣١
ثانياً : تقسيم مانعات التغذية وفقاً للتركيب الكيميائي	٣٣٣
ثالثاً : طريقة فعل مانعات التغذية	٣٣٨
رابعاً : مراحل تقييم	٣٤٠
خامساً : التأثيرات المختلفة لمانعات التغذية	٣٤٥

الفصل الثامن : مكافحة الذاتية

أولاً : التعقيم بالإشعاع	٣٥١
ثانياً : النظرية التعقيم الأولى (نشر الحشرات العقيمة في الطبيعة)	٣٥٢
ثالثاً : النظرية التعقيم الثانية (تعقيم الحشرات في بيئتها الأصلية)	٣٥٦
رابعاً : المقدمات الكيميائية	٣٥٨
خامساً : أسباب وأنواع العقم	٣٧١
سادساً : الاعتبارات المؤثرة على نجاح التطبيق الحقل	٣٨٥

الفصل التاسع : مكافحة السلوكية

أولاً : مقدمة	٣٩٧
ثانياً : طبيعة الفورمونات	٣٩٩
ثالثاً : توجيه الحشرات إلى مصدر الفورمون	٤٠١
رابعاً : نماذج لبعض الفورمونات الجنسية	٤٠٤
خامساً : استخدامات فورمونات الجنس في مكافحة الآفات الحشرية	٤٠٥

الفصل العاشر : منظمات النمو الحشرية

أولاً : مقدمة	٤١٣
ثانياً : تطور كيمياء المركبات ذات النشاط الهرموني الشباني	٤١٧
ثالثاً : التركيب الكيميائي لمثابيات هورمون الشباب	٤٢٢
رابعاً : التأثيرات الفسيولوجية والبيوكيميائية لهورمونات الشباب	٤٢٦
خامساً : تخصص الأنواع	٤٣٣
سادساً : إمكانية تطبيق هورمونات الشباب	٤٣٤

الفصل الحادى عشر : مثبطات التطور الحشرية

أولاً : مقدمة	٤٣٩
ثانياً : أهم النظريات التى تفسر فعل مثبطات التطور	٤٤٢
ثالثاً : أهم مثبطات التطور الحشرية ..	٤٤٨

الفصل الثانى عشر : منظمات ومثبطات النمو فى الحشرات — المقاومة والمستقبل

أولاً : مقدمة	٤٥٧
ثانياً : المقاومة لمنظمات النمو فى الحشرات	٤٥٩
ثالثاً : التغلب على مقاومة منظمات النمو الحشرى	٤٦٤

القسم الثالث

التحكم المتكامل للآفات — « ضرورة وحماية »

الفصل الأول : مشاكل التوسع فى استخدام المبيدات

أولاً : التكاليف الاقتصادية واستهلاك الطاقة	٤٧٥
ثانياً : الأضرار المتعلقة بصحة الإنسان	٤٧٦
ثالثاً : التلوث البيئى والتأثير على الحياة البرية	٤٧٧

٤٧٩	رابعاً : التأثير على الملقحات
٤٨٠	خامساً : الأثر الضار على النبات
٤٨٠	سادساً : أثر المبيدات على التربة
٤٨١	سابعاً : الخلل في التوازن الطبيعي

الفصل الثاني : مقاومة الآفات لفعل المبيدات

٤٨٩	أولاً : مقدمة
٤٩٠	ثانياً : تطور مقاومة المبيدات مع الزمن
٤٩٧	ثالثاً : بعض التعاريف المستخدمة في هذا المجال
٥٠٣	رابعاً : وراثية مقاومة الحشرات لفعل المبيدات
٥٠٧	خامساً : العوامل البيوكيميائية المسببة للمقاومة
٥١٨	سادساً : مقاومة الأعداء الحيوية للمبيدات
٥٢٣	سابعاً : حقيقة وتشخيص مقاومة الحشرات لفعل المبيدات الحشرية
٥٣٠	ثامناً : التحكم في مقاومة مفصليات الأرجل

الفصل الثالث : أساسيات التحكم المتكامل في مقاومة الآفات

٥٤٣	أولاً : مقدمة
٥٤٤	ثانياً : الخطوط الإرشادية لبرامج التحكم المتكامل للآفات
٥٤٩	ثالثاً : أساسيات نظم التحكم المتكامل للآفات
٥٥١	رابعاً : وسائل المكافحة في إطار التحكم المتكامل للآفات

الفصل الرابع : التحكم المتكامل للآفات التي تصيب القطن

٥٥٥	أولاً : مقدمة
٥٥٥	ثانياً : العناصر الرئيسية لبرامج التحكم المتكامل لآفات القطن
٥٥٧	ثالثاً : تقنيات مكافحة آفات القطن
٥٦١	رابعاً : تصورات لاتجاهات بحثة للنهوض ببرنامج المكافحة المتكاملة لآفات القطن

٥٦٩	المراجع
٥٧٧	قائمة المصطلحات

القسم الأول

التواجد البيئي لمبيدات الآفات

الفصل الأول : حركة المبيدات في البيئة

الفصل الثاني : بعض مظاهر سلوك المبيدات في التربة .

الفصل الثالث : التأثيرات الجانبية على النباتات

الفصل الرابع : مخلفات المبيدات في المواد الغذائية .

الفصل الخامس : التخلص من مخلفات المبيدات في المواد الغذائية

الفصل السادس : بعض الاتجاهات التطبيقية للتخلص من بقايا المبيدات في البيئة .

الفصل الأول حركة المبيدات في البيئة

أولاً : مقدمة
ثانياً : تواجد وثبات وأخطار مبيدات الآفات الكلورينية في البيئة .

الفصل الأول

حركة المبيدات في البيئة

أولاً : مقدمة

من المقالات التي أثارت الاهتمام في مجال تواجد المبيدات في البيئة تلك التي قدم بها العالم C.A. Edwards للكتاب ذي العنوان « Persistent pesticides in the Environment » عام ١٩٧٣ ، والتي تناول فيها تواجد مخلفات المبيدات الناتجة في الهواء ومياه الأمطار والأتربة والأنهار والبحار وأجسام اللافقاريات المائية والأرضية والأسماك والطيور والثدييات والإنسان . ولقد ثبت وجود أكبر كمية من المخلفات في أنسجة الحيوانات التي تسود في قمة السلسلة الغذائية ، خاصة المفترسات وآكلات اللحوم ، وأكثرها أهمية الإنسان .. وشكل (١ - ١) يوضح الكميات الفعلية من الد.د.ت. التي وجدت في مختلف الأوساط والنباتات الأرضية والمائية والحيوانات والإنسان .

والدور الذى تلعبه المخلفات الثابتة للمبيدات فى البيئة مازال غير معروف الأهمية على وجه التحديد ، حيث مازالت الدراسات قاصرة فى هذا المجال . وهناك العديد من التقارير التى تشير إلى مقتل العديد من الحيوانات البرية ، ولكن للأسف الشديد لا توجد سجلات عن خطورة المخلفات فى تقليل أعداد هذه الحيوانات . والإنسان يتعرض وسوف يستمر تعرضه للمبيدات . والمتاح الآن القليل من الأدلة عن حدوث حالات مرضية . وهناك اتفاق عام على أن استمرار انتشار الكيمائيات الثابتة واتساع نطاق توزيعها واستخدامها وتأثيراتها البيئية ذات ارتباط وثيق بمحالات القلق التى تعترى الإنسان فى جميع أنحاء العالم . وبمنظرة موضوعية لما أنتج من مبيدات كلورينية تتضح الصورة الخفية لمشاكل مخلفاتها فى البيئة ، ففي الولايات المتحدة الأمريكية وحدها ، وعلى سبيل المثال .. تم إنتاج حوالى ١,٢٥ مليون طن د.د.ت ، و $\frac{2}{3}$ مليون طن ألدرين وديلدرين . ومن الثابت اختفاء هذه المركبات فى البيئة ببطء شديد جداً ، ومن ثم تظل مخلفاتها - وبكميات خطيرة - فى الأرض والغلاف الجوى والنظام الحيوى الشامل بما فيها مصادر المياه . ومن المثير للدهشة أن معدل الاستهلاك العالمى من هذه المبيدات الكلورينية يزداد بالرغم من منع استخدامها فى بعض الدول ،

محدود جداً ، وربما لأغراض أخرى بخلاف مكافحة الآفات . وباكتشاف ال د. د. ت والمبيدات الكلورينية الأخرى خلال وبعد الحرب العالمية الثانية بدأت تظهر المشاكل المرتبطة بوجود مخلفاتها في البيئة ، فهي تقتل الحشرات والعديد من مفصليات الأرجل ، وبعضها قليل السمية نسبياً على الثدييات والفقاريات الأخرى ، علاوة على أن هذه المركبات ساهمت إلى حد كبير في القضاء على العديد من الآفات الضارة على المحاصيل ، مما أدى إلى زيادة الإنتاج الزراعي بدرجة مذهلة ، وكذلك الآفات التي تضر بصحة الإنسان بطريقة مباشرة ، أو الناقلة لمسببات الأمراض ، مما أدى إلى التغلب على العديد من المشاكل الزراعية والصحية . وحتى أوائل الخمسينات ، وبالرغم من توفر المعلومات عن ثبات مخلفاتها الثابتة على المدى الطويل . وكانت هناك أدلة مؤكدة عن حدوث أضرار على النباتات التي تزرع بها كميات عالية من المخلفات ، كما وجدت مخلفات بسيطة في أنسجة النباتات والحيوانات ، وكذلك في لبن الأبقار ، وحدثت وفيات في الأسماك التي تعرضت للمبيدات من خلال حملات مكافحة البعوض الناقل للملاريا . وكان هناك قبول عام بين الناس لمخاطر استخدام المبيدات غير الخطيرة بالمقارنة بالفوائد التي تتحقق من تطبيقها في مجالات الزراعة والصحة . ومنذ ذلك الوقت بدأت فلسفة « الفائدة في مقابل الضرر » Benefit versus Risk تلقى القبول في مجال استخدام الكيمياء الزراعية ، خاصة المبيدات . ومنذ أن نشر كتاب « الربيع الصمت » لـ

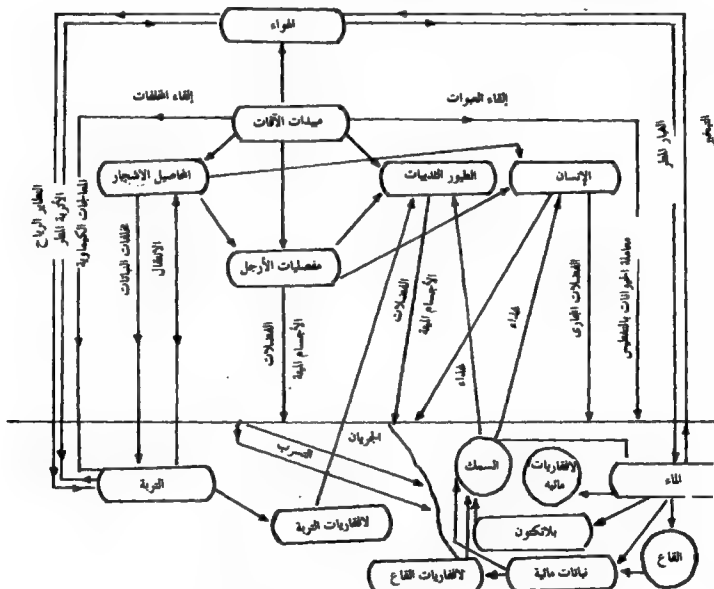
Carson عام ١٩٦٢ ، والعديد من القيود والدراسات المؤيدة لمخاطر المبيدات في البيئة مازالت تجري وتنفذ نتائجها بهدف حماية الإنسان والبيئة المحيطة به . ولقد حدث تطور مذهل في الكشف عن مخلفات المبيدات الثابتة في كل من مكونات البيئة باستخدام النظائر المشعة . ولا يوجد سبب واحد يحول دون إلقاء الضوء على احتمالات انتقال المخلفات بين دول العالم المختلفة . وهذا يستدعي عمل حصر شامل ودوري في مكونات البيئة الطبيعية والحيوية . وللأسف الشديد تجرى هذه العملية بانتظام في الولايات المتحدة وربما اليابان ، أما إنجلترا وغيرها ، فتجرب فيها ، ولكن على نطاق محدود ، خاصة في الأنهار الهامة . وفي الجانب المقابل يعم هذا الحصر في الأراضي الزراعية في معظم بلدان العالم ، سواء في الأماكن التي تعامل بالمبيدات بطريقة مباشرة ، أم تتلوث عرضياً .

ومن الأمور الهامة معرفة تأثيرات مبيدات الآفات على التوازن الطبيعي . ومن المحزن أن كل مجهودات الإنسان في سبيل تحسين سبل معيشته تؤدي إلى حدوث خلل بصورة أو بأخرى في هذا التوازن . ودائماً يلقي اللوم على المبيدات في تقليل أعداد الكائنات الحية البحرية ، بالرغم من أن التغيرات التي تحدث في الأرض والماء واستخداماتهما ذات مسؤولية أكبر من المبيدات في هذا الخصوص . واتخاذ القرار سواء بالاستمرار في استخدام المبيدات الثابتة في مكافحة الآفات أم تقييد أم حتى منع استخدامها من الصعوبة بمكان ، لأن لكل أهميته ، فقد تساوى نتيجة المنع مع الاستمرار إذا لم تؤخذ جميع العوامل السائدة والمؤثرة في الحسبان .

ومن الأمور التي تحدث خطأ في تقييم تواجد المخلفات في البيئة ونسبة وتوزيع كمياتها في المكونات المختلفة طريقة أخذ العينات ، وعددها ، ومدى تمثيلها للواقع . فالاعتماد على مجموعة

واحدة من الميزات في البيئة الطبيعية والبيولوجية ذو قيمة قليلة جداً ، حيث لا يمثل إلا متوسط التواجد ، وهذا غير دقيق . ففي البيئة الطبيعية تمثل المخلفات بقايا الجرعات الكبيرة ، بينما ما يوجد في البيئة الحيوية يمثل نتيجة تعرض المبيدات للعديد من العمليات على المدى الطويل (الامتصاص - التركيز ..) . ومن هذا المطلق اتفق على أن النظام الكلي لتفاعلات المبيدات في البيئة يتمتع بالديناميكية ، ويجب ألا تغيب هذه الحقيقة عن الدراسين في هذا المجال ، حتى تكون استنتاجات الدراسات بمثابة للواقع وذات معنى . وليس من الصعوبة معرفة الوضع الحالي للمخلفات ، ولكن الصعوبة في التنبؤ بالتغيرات التي ستحدث ، خاصة في حالة إيقاف استخدام المركب ، مما يستدعي ضرورة معرفة ما إذا كانت المخلفات ستختفي بسرعة أم لا ، وكذلك في حالة ظهور سلالات من الكائنات التي يستخدم المركب لمكافحتها قادرة على تحمل الفعل السام . والمطلوب من الباحثين تحديد دقيق لأهمية تواجد مخلفات المبيدات في البيئة من علمه .

وشكل (١ - ٢) يوضح حركة المبيدات بين مكونات البيئة ، وهو ما يعرف بـ «Cycling» .



شكل (١ - ٢) : حركة المبيد بين مكونات البيئة المختلفة .

ثانيًا : تواجد ونبات وأخطار مبيدات الآفات الكلورينية في البيئة

Pesticides in soils

١ - مبيدات الآفات في التربة

سواء استخدمت المبيدات بطريقة الرش الأرضي أم الجوى أم مساحيق تغير على المجموع الخضري ، أم مباشرة للتربة ، فإن كميات كبيرة منها تصل للتربة وتحتجز كمخزن للمبيدات الثابتة ، ومنه يتحرك ويصل إلى أجسام اللافقاريات ، ثم ينتقل إلى الهواء والماء ، أو يتكسر ويتلاشى في التربة . ولقد سجل وجود مخلفات عالية من الـ د.د.ت في الأرض غير المزروعة القريبة من الأرض التي تعامل بانتظام بالمبيدات ، وحدث نفس الشيء مع سادس كلورور البنزين . ولقد وجد بعض الباحثين الـ د.د.ت بمتوسط ١,٦ جزء في المليون . وأوضحت دراسات حصر المخلفات زيادة كميات المبيدات الكلورينية بتوالي السنين في أرض الغابات الكثيفة . وجدول (١ - ١) يوضح نماذج من تواجد المبيدات الكلورينية في التربة .

جدول (١ - ١) : تواجد المبيدات الكلورينية في التربة .

البلد	عدد العينات	نوع المبيد	حالة الأرض ونوع الزراعات	المخلفات القصوى (جزء في المليون)	متوسط المخلفات (جزء في المليون)
أمريكا	٢٥	د.د.ت	القطن والخضروات	١٥,٦٣	٧,٦٧
	٧١	د.د.ت	البصل	١٢٣,٥١	١٥,١٠
	٣٣	د.د.ت	المحاصيل الحقلية والجلدية	٩,٢٣	٤,٦١
	١٦	د.د.ت	المراعي	٠,٠٦	٠,٠٢
	١٩٩	د.د.ت	الأرض البور	٠,٦٢	٠,٠١
	١	د.د.ت	الغابات	بسيطة جدًا	٠,١٨
	٥	د.د.ت	الصحراء	٢,٣٠	١,٦٠
	١٢	د.د.ت	الصحراء والبراري	٢,٩٢	٠,٤٨
	٦	الدرين	المواخ	٠,٠٤	٠,٠٢
	٢	BHC	المواخ	٠,٠٦	٠,٠٥
	٣٠	الكلوردين	المواخ	بسيطة جدًا	٠,١
	٩	إندوسلفان	المواخ	٤,٦٣	٢,٣٠
	٩	أندرين	المواخ	٣,٤٧	١,٢٤
	٩	هبتاكلور	المواخ	٢,٢٤	٠,٠٩
	٩	كامفيكلور	المواخ	٧,٧٧	٠,٥٥
كندا	٢٤	ديلدرين	المحاصيل الجلدية	٤,٠٤	٠,٤٧

ولقد أشار Edwards & Thompson عام ١٩٧٣ إلى حدوث تراكم لمبيدات الآفات في الأراضي المعاملة نتيجة لتكرار الاستخدام عامًا بعد آخر . وهذا التراكم يرجع إلى المعاملة المباشرة للتربة ، بصرف النظر عن وجود الآفات من عدمه ، كما كان يحدث من إضافة المبيدات مع الأسمدة ، حتى ولو لم تكون هناك حاجة للمبيدات نفسها . ومن الثابت أن جزءًا كبيرًا من محلول الرش الجوى لا يصل للهدف حتى مع النباتات الكثيفة المجموع الخضري كالبرسيم ، حيث وصل ٤٣٪ فقط من كمية الميثوكسى كلور . وعندما رشت الأشجار بمبيد الـ د.د.ت بمعدل ٠,٥ رطل للفدان تم الكشف عن سقوط ٠,١ - ٠,٢٤ رطل للفدان على التربة تحت الأشجار . ولا يجب إغفال مخلفات الكيمياء في الغلاف الجوى كمصدر لتلوث التربة بالمبيدات عن طريق تساقط الأتربة أو الأمطار المحملة بها . ولقد قدرت كميات الـ د.د.ت الموجودة في ماء المطر في إنجلترا بحوالى 210×10^{-6} جزء في المليون ، وتطابق ذلك مع ما وجد في الولايات المتحدة الأمريكية ، وهذه كمية ضئيلة جدًا بالنسبة لما أسفرت عنه تقديرات الحصر . وهناك مصدر آخر لتلوث التربة بالمبيدات يتمثل في تساقط الأوراق النباتية المرشوشة ، أو عندما تقلب النباتات أو تدفن الكائنات الحية المحتوية على نسبة بسيطة من المخلفات داخل أجسامها . وبحساب النسبة التى تصل للتربة عن هذا الطريق اتضح أنها غير ذات قيمة (٠,٠٠٠٦ رطل للفدان) . والميكروبات واللافقاريات والفقاريات التى تسكن التربة تعتبر أنظمة لتواجد المخلفات ، ولكن بكميات متفاوتة بدرجة كبيرة ، فلو أخذ ٠,١ جزء في المليون كمتوسط للكائن ، وكان هناك ٢٥ طنًا من الكائنات الحية/هكتار لكانت الكمية الموجودة في هذا النظام حوالى ٠,٠٢٥ كجم مييد لكل هكتار تربة .

ومبيدات الآفات الثابتة ، خاصة الكلورينية العضوية ، تختلف في درجة ثباتها تبعًا لتأثير العديد من العوامل ، مثل : نوع ومواصفات التربة التى يوجد فيها المبيد . ويزداد الانهيار بمرور الوقت بعد المعاملة ، ولكن العلاقة ليست خطية . وهناك العديد من المعادلات الرياضية التى تمكن الباحثين من التنبؤ بمستوى تواجد مخلفات المبيدات وسلوكها في التربة . وتتراوح نصف فترة الحياة Half life للمبيدات الكلورينية بين ٠,٣ - ٢,٨ سنة ، أما الوقت اللازم لانهيار واختفاء ٩٥٪ من كمية المبيدات المضافة للتربة من هذه المجموعة ، فتراوحت من ٣ - ١٠ سنوات تبعًا لنوع المبيد وظروف التربة والعوامل البيئية الأخرى . وثبات المبيدات في التربة يتوقف كذلك على صفات المبيد ، خاصة درجة التطاير ، والذوبان ، والتركيز والصورة المستخدمتين . وهناك احتمال كبير لفقد المبيدات الثابتة من التربة عن طريق التطاير المشترك مع بخار الماء (قد تصل نسبة الفقد إلى ٥٠٪ د.د.ت خلال ٢٤ ساعة) . والذوبانية في المبيدات تلعب دورًا كبيرًا في تحديد درجة الثبات في التربة ، وليس من الضرورة أن تتوافق درجة الذوبان مع التسرب للأعماق المختلفة في التربة ، وكما زاد تركيز المبيد ، زادت درجة ثباته في التربة . والمستحضرات القابلة للذوبان في الماء تتسرب في الأراضي بدرجة أسرع من غيرها . ولا يجب أن نغفل دور حجم الجسيمات في هذا الخصوص (علاقة عكسية بين حجم الجسيمات والادمصاص بعد المعاملة مباشرة) ، لذلك .. فإن التجهيزات المحتوية على حبيبات أصغر تزداد كفاءتها الإبادية في حالة المبيدات ذات الفعل البخارى (ادمصاص عال) .

ولقد تأكد من الدراسات المعملية والحقلية شدة ادمصاص المبيدات في الأراضي الثقيلة والاحتوية على نسبة عالية من المواد العضوية ، وهذا يرتبط بقلّة تأثيرها على الآفات المستهدفة تحت هذه الظروف . ونوع التربة يلعب دورًا كبيرًا في تحوّل المبيدات لنواتج أخرى خاصة بفعل المواد العضوية التي تتراوح نسبتها من ١ - ٥٠ ٪ . وكلما زادت كميتها ، زاد ثبات المركب في التربة ، ولكن كفاءة المركبات الإبادية تقل كلما زادت المحتويات العضوية في الأرض . وسوف يتم تناول هذا الموضوع بالتفصيل في الفصل التالي . وتركيز أيون الألدروجين أحد العوامل التي تؤثر على ثبات المبيدات لارتباطها بالعديد من العمليات الحيوية والطبيعية ، فهو يؤثر على ثبات معادن الطين ، والمقدرة على تبادل الكاتيونات ، ومعدلات الانهيار الكيميائي والميكروبي . وليس هناك أدلة على الدور الذي تلعبه درجة الحموضة على ثبات المبيدات في التربة . وحرارة التربة ذات أهمية خاصة في تحديد ثبات المبيدات والانهيار الكيميائي والتحلل الميكروبي والتطاير ، حيث تقل معدلات الفقد في الحرارة المنخفضة ، ويقل ادمصاص بارتفاع الحرارة ، وعلى العكس .. يزداد ذوبان المبيدات ، ومن ثم يزداد معدل تسربها للمصارف والأعماق . ولا يجب إغفال تأثير رطوبة التربة على الثبات في الأراضي الجافة ، ولكنها تصبح حرة في الأرض المبتلة ، ومن ثم تكون أكثر فعالية ضد الآفات المستهدفة ، وفي المقابل تزداد فرصة تكسرها وتحولها لنواتج أخرى ، وقد تزال تمامًا من التربة . ويمكن القول إن الحرارة والرطوبة تلعبان دورًا متعارضًا على المبيدات . ويزداد فقد المبيدات في الأرض البور غير المزروعة نتيجة لتعرضها للرياح والشمس والمطر . وتلعب الكائنات الحية الدقيقة دورًا كبيرًا على ثبات المبيدات في التربة ، كما في السلالات الخاصة من الأسبرجلس والبنيسيليوم والأيروباكتري وغيرها .

ولقد أثبتت الدراسات أن المبيدات الكلورينية وغيرها ذات الثبات العالي في التربة تحدت تأثيرات ضارة غير مرغوبة ، وعلى سبيل المثال .. خطورة امتصاص المخلفات من الأرض الملوثة وانتقالها للنباتات المزروعة . ولحسن الحظ أن الكمية التي تسلك هذا الطريق ضئيلة جدًا ، كما أن هذه الظاهرة لا تحدث مع جميع المبيدات . وبالرغم من ضآلة المخلفات ، والتي غالبًا ما تكون تحت المستوى المسموح بتواجده ، إلا أنه من غير المرغوب تواجدها ، لأنها تتراكم داخل أجسام الحيوانات التي تأكل هذه النباتات . والمبيدات الموجودة في التربة قد تؤثر على نمو وإنتاجية النباتات المزروعة (قلة الإنبات - ضعف النمو - الذبول - فقد المادة الخضراء - التقزم - تغير الطعم .. وغيرها) . ومن أخطر التأثيرات الضارة لمخلفات المبيدات في التربة ما يحدث على الكائنات الدفينة الحية التي لها علاقة مباشرة بالخصوبة . ومن حسن الحظ أن التربة لاتتلبث ، وفي خلال مدة قصيرة ، أن تتزن ويعود النشاط الحيوي لطبيعته الأولى مرة أخرى . وقد يزداد النشاط الميكروبي نتيجة لاستخدام الميكروبات مخلفات المبيدات كمصدر للكربون . وهناك اختلاف في حساسية الميكروبات المختلفة للمبيدات ، فالفطريات أكثر حساسية من البكتيريا . وتشير الدراسات إلى قلة الضرر على عمليات الترتة Nitrification وإنتاج النواشدر Ammonification ، وتؤثر مخلفات المبيدات كذلك على

لاقتاريات التربة التي تسكن التربة . وهذه التأثيرات مطلوبة لو كانت الاقتاريات آفات ، وغير مرغوبة في حالة المقترسات الاقتارية ، مثل : الأكاروسات ، والخنفاص المقترسة ، لأنها - وبسبب نشاطها الرائد - تجمع كميات كبيرة من مخلفات المبيدات . وهناك أدلة بسيطة عن خطورة تأثير هذه الكائنات بالسموم . وليس من المستحب اعتبار تأثير المبيدات على كل نوع من الكائنات بمفرده ، ولكن يفضل أن تؤخذ مجتمعة ، لأنها نادراً مايقبل تعادها في الأرض الملوثة عن ٥٠٪ من التعداد العادي . وتتفاقم مشكلة المخلفات في الأرض المزروعة بالأشجار (الغابات) ، حيث تتأثر دورة المواد العضوية نتيجة للتأثير على الكائنات الحية ، وبالتالي خصوبة التربة . ومن أخطر الأمور تكوين سلاسل مقاومة من الآفات الضارة في التربة لفعل المبيدات ، مما يحتم ضرورة زيادة تركيز أو إحلال المركب بمبيد جديد .

Pesticides in air and rain water

٢ - مبيدات الآفات في الهواء ومياه الأمطار

تصل المبيدات للغلاف الجوي بالعديد من الطرق ، خاصة من انتشار محاليل الرش أو مساحيق التغير ، وكذا التطاير من التربة والماء . والانتشار من أهم السبل في هذا الخصوص ، حيث تنتقل جسيمات الرش لعدة أميال بعيداً عن مكان المعاملة (أقل من ٥ ميكرومتر في الحجم ، أما تلك التي تتراوح أحجام قطراتها من ١٠ - ٥٠ ميكرومتر ، فتسقط على الأرض) . ولا يجب أن يغفل التطاير أثناء إجراء عمليات المكافحة ، مما يترتب عليه فقد في كميات المبيد ، ونقص الفعالية ، مما يحتم على المشتغلين في هذا المجال تصحيح هذا الوضع في سبيل تحقيق مكافحة فعالة ضد الآفات المستهدفة . ونوع المستحضرات ذو أهمية كبيرة في حدوث الانتشار ووصول المبيدات إلى الغلاف الجوي ، خاصة مساحيق التغير ، ومستحضرات التضييب ، ومولدات الأدخنة ، والأيروسولات . وكان يعتقد أن المركبات ذات الضغط البخاري المنخفض لا تتطاير إلى الغلاف الجوي ، ولكن ثبت بعد ذلك خطأ هذا الاعتقاد ، حيث إنه في المساحات الواسعة المعاملة يحدث تلوث كبير للهواء ، بالرغم من التطاير البسيط ، علاوة على أن الضغط البخاري يختلف بدرجة كبيرة تبعاً للظروف السائدة ، مثل : الحرارة ، وتركيز المبيد ، والرطوبة النسبية السائدة . ويميل بعض الباحثين إلى القول بأن التطاير يحدث بعد استقرار المبيد على السطح المعامل مباشرة ، وبعد فقد الماء ، ويصبح من الصعوبة بمكان حدوث تطاير بعد ذلك لارتباط المركب وادمصاصه على السطوح المرشوشة . ويحدث تطاير لجزيئات المبيد من على سطح التربة الملوثة على صورة أبخرة ، وبدرجة أكبر في الأراضي البقيلة عن الجافة ، حيث يحدث إحلال لجزيئات الماء على أماكن ادمصاص المبيدات . وأكدت الدراسات أن الأرض المحتوية على طبقة واحدة من الماء لا تفقد منها المبيدات بالتطاير . وتختلف مشاهدات المبيد الواحد في درجة تطايرها من التربة ، مما دعا إلى الاعتقاد أن التطاير يعتبر وسيلة هامة في مسيل اختفاء نواتج تكسير وتمثيل المبيدات من التربة . ووجود الزروع في الأرض يقلل من درجة تطاير المبيدات . وعند هبوب الرياح يحدث انتشار لحبيبات التربة الملوثة بالمبيدات ، مما يؤدي إلى وصولها للغلاف الجوي . ويوضح الجدول (١ - ٢) تواجد المبيدات في الهواء (مأخوذ عن

James N. Seiber بقسم التوكسيكولوجي البيئية بجامعة كاليفورنيا ديفيز بالولايات المتحدة الأمريكية - نشر عام ١٩٨٢ في المؤتمر الدولي IUPAC باليابان) .

ولقد اتضح من دراسات تلوث الهواء بالمبيدات التي أجريت في الولايات المتحدة الأمريكية أن كمية الكيمائيات العضوية تختلف تبعاً لنوع المادة الكيميائية ، ومكان العينة ، والموسم ، وطريقة أخذ العينة ، ودقة ونوعية الباحث . ومن النتائج أمكن التعميم أن المبيدات ذات الثبات النسبي العالي والضغط البخارى المعقول (أكثر من ١٠ - ٧ ملليمتر زئبق) وسهلة الكشف عنها ، والتي تستخدم بكثرة في برامج مكافحة توجد بكميات لا يستهان بها في الهواء .

جدول (١ - ٢) : تواجد المبيدات في الهواء .

المركب	العينات الإجمالية (%) (١٩٧٢-٧٠)	التركيز الموجود في الهواء (نانوجرام/م ^٣)		
		الحد الأقصى بمورجيا	الحد الأقصى	متوسط القيم
بارا - بارا - د.د.ت	٩٨,٢	٥,٧	٩٤,٣	٥٣٤,٧
بارا - بارا - د.د.اى	٩٥,٩	١,٨	١٩,١	٣٠,٣
ديلدرين	٩٤,٠	١,٧	٢٣,٩	١٢,٠
ألفا سادس كلورور البنزين	٨٧,٤	١,١	٧,٨	-
أورثو - بارا - د.د.ت	٨٤,٤	٢,٢	١٠٢,٤	٢١٠,٣
جاما سادس كلورور البنزين	٦٧,٧	٠,٩	١١,٧	-
ديازينون	٥٠,٢	٢,٥	٦٢,٢	٧٧,٤
هبتاكلور	٤٢,٠	١,٠	٢٧,٨	٠,٨
ملاثيون	١٧,٩	١٩,٧	٧٠٩,٠	٢٧٠,٣
الدرين	١٣,٥	١,٦	٢٤,٦	٦,٩
ميثيل بارثيون	١١,٣	١٠,٤	٢٧٨,٥	٢٠٦٠,٠
٤,٢ - د	١٠,٥	٣٣,٢	٢٠٥,٢	-
أندرين	٨,١	٢,٦	١٩,٢	٣٩,٣
بارا - بارا - د.د.د	٥,٠	١,٦	١٢٧,٠	٢,٨
تراى فلورالين	٤,٠	٢,٧	٣٠,٣	-
توكسافين	٣,٥	١٨٩٠,٠	٨٧٠٠,٠	١٧٤٦,٥

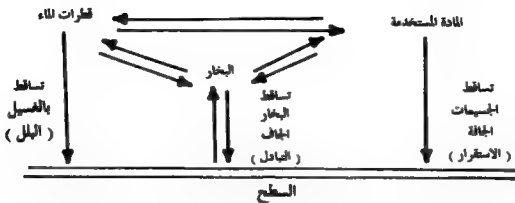
وهذه الظروف تتمشى مع المبيدات الكلورينية العضوية ، ولو أن الجدول السابق يشير إلى وجود الكميات القصوى في حالة المبيدات الشائعة الاستخدام في مجال الزراعة مثلاً الملاثيون والميثايل باراثيون والتوكسافين ، ولكن احتمالات ومرات وجود مخلفاتها أقل مما هو حادث في حالة المركبات الكلورينية ، كالـ د. د. ت ، والديلدرين ، وسادس كلورور البنزين . وهناك من ينادى بأن المركبات ذات الثبات العالى وذات الضغط البخاري المتوسط إلى العالى ، وشائعة الاستخدام في البيئة تكون أكثر ثباتاً ، ومن ثم أمامها فرصة أكبر للانتقال بين المكونات البيئية المختلفة ومنها الهواء . شكل (١ - ٣) .



شكل (١ - ٣) : مصادر مبيدات الآفات في الهواء .

والفقد بالتطاير يضيف مشكلة أخرى في سبيل تحقيق فعالية أكيدة عند استخدام المبيدات ضد الآفات المستهدفة . ولقد وجد Willis وزملاءه عام ١٩٨٠ وجود ٩٪ فقط من مبيد التوكسافين المرشوش بالطائرات في حقول القطن على النباتات غير المستهدفة بعد ساعة واحدة من المعاملة . وأشار إلى أن الانتثار هو السبب الرئيسي لهذا الفقد الكبير ، وأشار نفس الباحثين إلى أنه بالرش الأرضي تم فقد ١٧ - ٥٤٪ من التوكسافين خلال ٣ ساعات بعد المعاملة على القطن ، ثم حدث فقد إضافي بعد المعاملة وصل إلى ٢٦٪ خلال خمسة أيام ، و٥٣٪ خلال ٣٢ يوماً . وهذا يدل على أن معظم المبيد المستخدم يجد طريقه إلى الهواء خلال فترة وجيزة . وضالّة تواجد المبيدات الفوسفورية والكاربامات والنيثروأنيلينات والبيرثرينات المصنعة في الهواء ترجع إلى سرعة انبعاثها في البيئة .

وعندما يصل المبيد أو أية مادة كيميائية إلى الهواء ، فإنه يتعرض إلى عمليات طبيعية وكيميائية تؤدي إلى فقد مخلفاته وتخليص البيئة من ضررها . والتفاعلات الكيميائية تتركز أساساً في الأكسدة العادية والضرورية . والعمليات الطبيعية التي تزيل الجزيئات العضوية الكبيرة تشمل الغسيل بماء المطر ، والتساقط مع ذرات التراب . الجافة وغيرها ، والتي يمكن توضيحها في شكل (١ - ٤) .



شكل (١ - ٤) : العمليات الطبيعية التي تزيل الجزيئات العضوية الكبيرة من الهواء

ويمثل الماء الوسط الكبير الذى يشكل تلوثه بالمبيدات مشكلة خطيرة ، حيث ثبت وجود المخلفات فى العديد من الأنهار والبحيرات ، وحتى المحيطات وُجِدَ أنها تحتوى على كميات صغيرة . ومن الثابت وجود توازن بين كمية المخلفات فى الماء والهواء السائد فوقها . والانتقال بين هذين الوسطين يتوقف على التركيزات النسبية بينهما ، ففى حالة الحجم المائل لمياه المحيطات وحدوث معدلات ترسيب عالية ، فإنه من المتوقع حدوث تحرك للمبيدات من الهواء إلى الماء وليس العكس . وتشجع الرياح والدوامات القريبة من السطح حركة المبيدات فى الغلاف الجوى .

وهناك طريق مؤكد لوصول مخلفات المبيدات إلى الهواء يتمثل فى حرق المواد العضوية الملوثة بالمبيدات ، وكذلك حرق المخلفات الزراعية ، خاصة القش .

وكميات المبيدات فى الهواء لا تسبب أضراراً خطيرة للإنسان عند استنشاقها ، نظراً لضعفها . ولقد ثبت من الدراسات أن الكمية التى تدخل الجسم عن هذا الطريق يومياً تتراوح من ٢ - ٣٢ ميكروجرام/ شخص .. وهى تمثل من ٢ - ٥٪ من تلك الكمية التى تؤخذ مع الطعام . والجدول (١ - ٣) يؤكد هذه الاستنتاجات .

جدول (١ - ٣) : كمية المبيدات التى تؤخذ مع الهواء فى أمريكا*

ميكروجرام / كيلوجرام من وزن الجسم/ يوم			نوع المبيد
من الهواء	من الغذاء	الكمية المسموح بها يومياً	
٠,٢٢٧	٠,٨	١٠	الد.د.ت ومشتقاته
٠,٠٤٦	٠,٠٨	٠,١	ديلدرين
٠,٠١	٠,٠٠٤	-	أنترين
٠,٠٠٢	٠,٠٧	١٢,٥	لندين

* مأخوذ من Barney (١٩٦٩) .

ماذا يحدث عند وصول المبيد للماء؟ سؤال تسهل الإجابة عليه لغير المختصين . أما بالنسبة للعاملين في مجال السمية البيئية ، فإنه يبدو في متنى التقيد والصعوبة ، فعندما يصل المبيد للماء يصبح قابلاً للتوزيع خلال مكونات النظام الموجود فيه ، حيث يتأثر بالعمليات التي تؤدي لانتقاله وانتباره وتوزيعه . وبداية القول إن كمية المبيد المرشوش التي تصل لقمة النبات المستهدف لا تتعدى الـ ٦٠٪ من الكمية المستخدمة بالرش الجوى ، وهى نسبة لا بأس بها ، ومن ثم يحدث تساقط بالرياح ، حيث وجدت نسبة ١٪ على بعد ٥٠ متراً ، و ٠,١٪ على بعد ١٧٥ متراً من مكان الرش كما يتضح من الجدول (١ - ٤) .

جدول (١ - ٤) : استقرار المبيدات للرشوة جويًا على النباتات* .

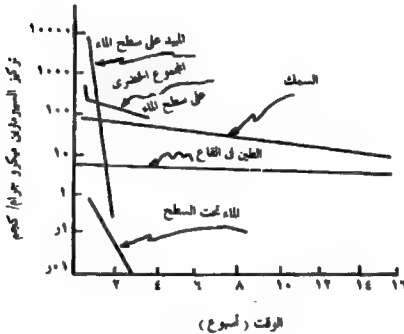
عكس الرياح		فى اتجاه الرياح	
البعد عن النباتات	تركيز المبيد	البعد عن النباتات	تركيز المبيد
(متر)	(%)	(متر)	(%)
-	٦١	١	٨
١	٢٨	٢	٥
٢	٣	٣	٤
٣	٠,٠٤	١٠	٣
١٠	٠,٠١	٢٠	٢
٣٠	٠,٠٠٢	٥٠	١
		١٠٠	٠,٤
		١٧٥	٠,١

* مأخوذة عن Kenneth E. Elgar عام ١٩٨٤ .

وعند الكلام عن توزيع المبيدات في الماء لابد أن تؤخذ في الاعتبار معدلات ذوبانها في الماء ، والتي تختلف من مركب لآخر . وبعض المبيدات ، مثل : النوفاكرون ، يمتزج تمامًا مع الماء ، ولكن جميع المبيدات - وبدون استثناء - ييجب أن تتحقق لها كفاءة ودرجة معينة من الذوبان في الليبيدات ، حتى يمكنها النفاذ داخل أجسام الحيوانات والنباتات . ويتخذ معيار التوزيع بين الأوكتانول والماء كمعيار لتحديد مدى سلوك المبيد الكيميائي في الوسط المائى . وهذا العامل في غاية الأهمية ، خاصة مع المبيدات المجهزة على صورة محببات (حشرية - نيماتودية - فطرية .. إلخ) ، حيث يتحدد على أساسها معدل الانفراد في الماء ، وبذلك تتحدد الكميات الحرة التي تؤثر على الآفات المستهدفة بعد فترة تلامس معينة في الماء .

ومن التجارب الرائدة تلك التى أجراها Elgar ونشرت عام ١٩٨٤ ، حيث تم رش مبيد السيبرمثرين بتركيز عال على السطح المكشوف لإحدى البرك . ولقد اتضح توزيع المبيد خلال ١ - ٢٤ ساعة بعد المعاملة فى هذا النظام . ولقد وجدت أكبر كمية على سطح الماء (٢٤٠٠٠ ميكروجرام) ، وعلى سطح النباتات المائية (٦٠٠٠ - ١٣٠٠٠ ميكروجرام) ، بينما وجد فى مياه الأعماق ١,٤ ميكروجرام فقط بعد ٢٤ ساعة ، ولم تصل المبيدات لطین القاع والأسماك إلا بعد ٢٤ ساعة من المعاملة ، حيث وصلت إلى ٥,٢ ، ٥٠ ميكروجرام على التوالي .

ولدراسة أثر تلوث الماء على الأحياء التى تعيش فيها عوملت المياه العادية ومياه البرك بمبيد السيبرمثرين بمعدل ٥ ميكروجرام ، ثم وضعت فيها الأسماك وتركزت لمدة ٧ أيام . ولقد أظهرت النتائج موت جميع الأسماك فى المياه العادية ، بينما لم تحدث وفيات فى حالة مياه البرك . وهذا الاختلاف يرجع للاختلاف فى معدل الذوبان فى هذين الوسطين ، لأن وجود المواد المعلقة فى الماء يقلل من الذوبان . والشكل (١ - ٥) يوضح مستوى إنتهار السيبرمثرين فى الماء والكائنات الحية (الأسماك والنباتات) التى توجد فيها .



شكل (١ - ٥) : معدلات إنتهار السيبرمثرين وعلاقته بالوقت فى مياه ومكونات البرك .

وتؤكد خطورة تلوث المياه بالمبيدات فى حوض وادى النيل وانعكاسه على تسمم الأسماك . وكفى تناول الوضع الحالى فى بحيرة البرلس بمصر ، وكذلك فى قنوات الرى بمشروع الجزيرة وبحيرة النوبة فى السودان ، بالإضافة إلى بعض الدراسات فى الولايات المتحدة الأمريكية .

(أ) في بحيرة البرلس بمصر

يرجع الفضل في هذا الموضوع إلى الدراسة التي أجريت بكلية الزراعة - جامعة الإسكندرية - عام ١٩٨٠ . ولقد سبق التأكيد على وجود خطر دائم من جراء استخدام الكيماويات ذات النشاط البيولوجي ، خاصة على الكائنات الحية غير المستهدفة وعلى المدى الطويل . وهناك تأثيرات ترجع أساساً لمخلفات المبيدات والمراحل التي تمر بها من وقت وصولها للبيئة . ومن هنا تضاربت الآراء حول مفهوم الأمان في المبيدات وتجنب المشاكل الناجمة عنها . وهذا دعا الباحثون لمحاولة معرفة مدى تواجدها وتوزيعها وتأثيراتها البيئية الضارة ، حيث إنها ترتبط مباشرة بصحة الإنسان ، مما حتم ضرورة إيجاد الطرق والوسائل المتقدمة لقياس معامل الأمان الخاص بالسموم بوجه عام ، والمبيدات على وجه الخصوص . ومازالت المعلومات شديدة القصور فيما يتعلق بتأثيرات هذه المركبات على الإنسان والحيوان والنباتات إلخ . والسمية الحادة ترجع في المقام الأول إلى الاستهتار ، أو عدم الفهم ، أو سوء التقدير ، أو سوء استخدام المبيدات . ولقد حدثت كوارث كبيرة من السموم العالية السمية ، مثل : الأندرين ، والديلدرين ، بينما تحدث السمية المزمنة من جراء التعرض لتركيزات بسيطة من المبيدات ، وهي غالباً غير متخصصة التأثير ، ومن الصعب التنبؤ بمحولاتها أو تقديرها ، وتحدث في حالة المبيدات ذات الثبات العالي في البيئة ، مثل المركبات الكلورينية .. وبالرغم من صغر التركيزات (في حدود جزء في المليون) ، إلا أن معظمها يحدث تأثيرات سامة على الإنسان وحيواناته المستأنسة ، وبعضها يحدث تأثيرات طفوية سرطانية ، ومن ثم يجب تقدير ضررها في البيئة .

وعند مناقشة تأثير الملوثات المائية على صحة الإنسان ، هناك ثلاثة طرق للتعرض تجب الإشارة إليها : الأول تمثل في ملامسة الملوثات للجلد عند التطبيق والتداول . والثاني عن طريق الفم عند شرب المياه الملوثة . والثالث عن طريق أكل الأسماك وغيرها من الأحياء المائية الملوثة . فعند الاستحمام في البحار والأنهار ، أو في المنازل وغيرها يكون للمس هو وسيلة التلوث ، ولو أنها لم تأخذ حظها من الدراسة ، فالبيروثينات المصنعة تؤثر على الجلد ، وبتراكيز غاية في الصغر ، علاوة على أنها تقاوم التحلل المائي . ومن حسن الطالع أنها بالتركيزات الموجودة لا تحدث هياجاً في الجلد ، أو تسبب أضراراً على الأغشية المخاطية .

ومن ناحية أخرى .. يوجد العديد من المبيدات المستخدمة في البيئة ذات السمية العالية على الأسماك وغيرها من الأحياء البحرية ، مما يقلل من قيمة الاعتماد على هذه الكائنات كمصدر لغذاء الإنسان . وهناك ظاهرة تساعد مستوى المادة السامة من كائن لآخر داخل السلسلة الغذائية الواحدة ، مما يشكل خطراً على بعض الصناعات الهامة ، مثل : تعليب وتجهيز الأسماك ، ومزارع الدواجن ، وإنتاج الغذاء والصناعات الغذائية . وتوجد بعض البيانات عن الملوثات على المستوى الدولي ، ولكنها تقتصر إلى طبيعة ملوثات المياه السطحية ، ومياه الشرب ، والغذاء . وعلى المستوى المحلي يوجد القليل من الدراسات ، خاصة عن المبيدات الكلورينية . ومن المؤسف عدم وجود بيانات عن المبيدات التي تستخدم في المجارى المائية لقتل الحشائش في مصر .

ووجود الملوثات في البيئة يثير العديد من التساؤلات ، منها :

- ١ - كيفية وصول الملوثات للبيئة .
- ٢ - كيفية تخلص البيئة منها ، ووسائل التأكد من ذلك .
- ٣ - كيفية وطريقة توزيع الملوثات في البيئة ، ووسائل الانتقال من وسط لآخر .
- ٤ - مدى ثبات الملوثات ضد عوامل التحلل والانهيار .
- ٥ - ماهو سلوك الملوثات في البيئة المائية ، خاصة في حالات المبيدات العضوية ونواتج تحللها .

ولايجب إغفال المشاكل الناجمة عن التخلص من بقايا المبيدات في الأنهار وغيرها من مصادر المياه . ويضاف إلى ذلك الصرف المستمر للمياه الملوثة بالمبيدات ، واستخدام المياه في تخفيف المبيدات ، وكذلك انتقال المبيدات من الهواء (الانتشار عند التطبيق) ، ووصولها إلى مصادر المياه ، وكذلك الناجمة عن تطاير المبيدات من على سطح التربة . وهناك العديد من البيانات التي تؤكد وجود تركيزات بسيطة من المبيدات الكلورينية في الهواء والمطر والأتربة والضباب .

وتمثل بحيرة البرلس أكبر ثائي بحيرة في وادي النيل ، حيث تقع في شمال الوادي بين فرعى رشيد ودمياط بامتداد ٦٠ كيلو متراً . وتغطي مساحة ٤٦٠ كم^٢ ، وتستقبل البحيرة مياهها من البحر عن طريق البوغاز ومياه نقية تصل من خلال ستة مصارف وقناة واحدة ، كلها تصب في الشاطئ الجنوبي من البحيرة . وتجدر الإشارة إلى أن قاع البحيرة في منطقة البوغاز رمل مع مواد سلتية ، بينما الجزء الجنوبي يسود فيه الطين . والبحيرة ضحلة ، ويختلف العمق سنوياً من ٤٢٠ - ٢٠٧ سم ، ووسط البحيرة أكثر الأماكن عمقا ، ويقع العمق كلما اتجهنا على حواف البحيرة . وتأتي الأسماك للبحيرة من البحر والمياه العذبة . ويسود البلطي والبوري وغيرها .

ولقد تم تقييم مستوى التلوث في بحيرة البرلس نتيجة لتراكم متبقيات ١٥ مبيدًا كلورينيًا حشريًا معمرًا من بينها خمسة نظائر لسادس كلورور البنزين ، وستة نظائر للـ د.د.ت وهبتاكلور وألدرين وديلدرين والأروكلور . ولقد ثبت وجود مخلفات من معظم هذه المبيدات في الماء والقاع والسلك ، وتم تقدير معامل التركيز بين السلك : الماء والرواسب : الماء بقرابة ٣٠٠٠ ضعف . وثبت تفوق مستوى سادس كلورور البنزين على الـ د.د.ت في الماء بخمسة أضعاف ، بينما سادت متبقيات د.د.ت على سادس كلورور البنزين بضعفين في الرواسب . ولقد تأكد عدم وجود مخلفات الباراكلوروبنزين بأى قدر محسوس . وكان تركيز المتبقيات التي تم تقديرها في السلك جزءًا من القدر المسموح به (٥٠٠٠ ميكروجرام / كجم / وزن / وزن) حسب مواصفات وكالة الأغذية والعقاقير الأمريكية .

وعليه .. لايمكن القول بتضائل خطورتها حاليًا بالنسبة للمستهلك ، أو أن يؤخذ ذلك كمؤشر على أمان تركيزها الحالي في بحيرة البرلس ، لذلك يجب تجنب استخدام تلك المركبات كلما أمكن ذلك . ومن هنا تتضح ضرورة اللجوء لاستخدام أساليب المكافحة المتكاملة مع تشجيع وتطوير الأبحاث المهمة باستخدام مبيدات أشد فعالية ، وأدق تخصصًا ، وأضعف تأثيرًا ، وأكثر أمانًا

للكائنات غير المستهدفة . كما يوصى بالاهتمام بطرق إزالة الملوثات وإعادة استخدام المياه المستعملة كلما أمكن ذلك . وفي دراسة لاحقة اتضح عدم وجود خلافاً واضحة أو جوهرية بين معدل تلوث المياه والقاع والسماك في الأماكن المختلفة من البحيرة . ولقد اختلفت حساسية الأسماك النابتة للأنواع المختلفة للمبيدات المختبرة ، خاصة التي تستخدم لمكافحة الحشائش ، مثل : الأمترين ، ومكافحة الطحالب ، مثل : الكويناميد ، والمبيدات الحشرية ، خاصة البيروثرينات المصنعة .

ومن حسن الطالع أن الدراسات أوضحت أن معظم المبيدات تتركز في أحشاء السمك الذي لا يؤكل في مصر . وتصبح مشكلة أكل السمك الملوث بالمبيدات أكثر حدة في البلاد التي تأكل الأسماك بما فيها الأحشاء . وخطورة تسمم السمك تثير الاهتمام في مصر الآن بعد التوسع في إنشاء المزارع السمكية ، مما يستدعي وجود جهاز متخصص في تقدير مدى تلوث المجارى المائية والترع والقنوات والمصارف في مصر ، وكذلك ضرورة وضع وتنفيذ القوانين التي تحرم صيد الأسماك بالمبيدات السامة .

(ب) في جمهورية السودان

هذه الدراسة أعدتها محطة بحوث الجزيرة - بواد مدني ، والتي أشارت إلى أن المساحات التي تزرع بالقطن في وسط السودان تعتبر المصدر الرئيسي للزيادة في استخدام مبيدات الآفات . ولقد وصل استهلاك المبيدات في مشروع الجزيرة فقط ٢٥٠٠ طن من المواد الفعالة ، ومعظمها مبيدات حشرية ، مثل : ال د.د.ت ، والأندوسلفان ، والتوكسافين ، والدائميث ، والنوفاكرون . ومن ضمن التأثيرات المختلفة على مكونات البيئة تأتي التأثيرات غير المرغوبة على الأحياء المائية التي تعيش في المياه العذبة . ومن الثابت شدة حساسية الأسماك للمبيدات ، وتتميز بمحدوث تجمع عال للكيميائيات ، بالمقارنة بالتركيزات الموجودة في الماء . ولقد وصل معامل التجمع لمركب ال د.د.ت إلى حوالي ٢٥٠٠ - ٣٠٠٠ مرة . ومن الثابت كذلك شدة الضرر التي تحدث للسمك من جراء التعرض للكيميائيات الغريبة ، مما يؤثر على إنتاجية الأسماك .

وتقع قنوات الري الأساسية في مشروع الجزيرة ، والتي تمتد بطول ٦٠٠٠ كيلو متر تحت نطاق التلوث بالمبيدات من خلال الرش الجوي لمكافحة آفات القطن ، كما أن فروع نهر النيل تجري بمحاذاة الأرض الزراعية من الشرق إلى الغرب ، حتى الخرطوم ، حيث يلتقي النيلان الأبيض والأزرق ، وبعد ذلك تمتد بحيرة النوبة أو بحيرة ناصر . ولقد تكونت هذه البحيرة بعد إنشاء السد العالي في أسوان وتمتد لمسافة ٤٦٦٠ كيلو متر في جنوب أسوان من بينها ١٨٠ كيلومتر داخل حدود السودان . ولقد طورت هذه البحيرة كمزرعة سمكية هائلة تنتج سنوياً حوالي ٢٠٠٠٠ طن . وهناك مصادر أخرى لتلوث هذه البحيرة بالمبيدات ، حيث تلقى فيها مخلفات المبيدات من الوادي وعلى ضفاف النيل نتيجة لترسيب الطمي والمواد المعلقة الأخرى والمحملة بالمبيدات كذلك . ومن هذا يتضح أن القنوات في الجزيرة ، وكذلك بحيرة ناصر ، من أكثر مناطق التلوث بالمبيدات في السودان .

وفيما يلي عرض سريع لمظاهر تلوث المياه بالمبيدات ، وانعكاس ذلك على الأسماك :

١ - قنوات الرى فى مشروع الجزيرة'

من المشاهد المألوفة أثناء رش القطن أن نرى الأسماك الميتة طافية على سطح الماء . وتزداد نسبة الموت فى فترات استخدام الأندرين ، والأندوسلفان ، والتوكسافين . وحالات التسمم الحاد للأسماك تحدث عند الرش العرضى فوق القنوات ، أو عند غسيل عبوات المبيدات الفارغة فى القنوات ، ولتقدير مستوى التلوث فى غير أوقات الرش كانت تؤخذ عينات من الأسماك وتحلل كيميائياً للكشف عن مخلفات المبيدات الكلورينية باستخدام أجهزة الكروماتوجرافى الغازى . ولقد ثبت من التحليل وجود مخلفات عالية من الـ د. د. ت ومشتقاته بدرجات متفاوتة فى الأنواع المختلفة من السمك . ولقد تراوحت المخلفات الكلية من ٠.٢٧ إلى ١٦ ملليجرام/كجم سمك .

٢ - بحيرة النوبة

تم أخذ ٢٩ عينة سمك تتبع سبعة أنواع ذات أهمية اقتصادية من وادى حلفا على بحيرة ناصر ، وأخذت من كل عينة عضلات وكبد السمك للتحليل بالكروماتوجرافى الغازى فى المعمل . ولقد أوضحت النتائج أنه بين ٥٨ عينة وجدت عشر عينات فقط تحتوى على كميات كبيرة من مخلفات المبيدات . وتفاوت وجود المخلفات فى العضلات والكبد على حسب نوع السمك ، ولكن التركيز كان قليلاً جداً ، حيث تراوح من ٢ إلى ١٨٤ ميكروجرام/كجم . ونتيجة للتوسع المذهل فى استخدام المبيدات ذات الثبات العالى فى وسط السودان ، فإن احتمالات تزايد درجة التلوث فى الأسماك كبيرة للغاية ، مما يشكل خطورة على صحة إنسان وادى النيل ، وكذلك على خطط تصنيع الأسماك فى المنطقة .

(ج) الولايات المتحدة الأمريكية

ومن أحدث الدراسات عن سمية البيروثينات المصنعة على الأسماك واللافقاريات المائية تلك الدراسة التى أجراها « المركز الطبى بجامعة « كانساس » - بالولايات المتحدة الأمريكية » . ولقد تأكد أن المخلفات فى الأسماك تتراوح بين أجزاء فى المليون (ميكروجرام/ لتر) إلى أجزاء فى البليون نانوجرام/لتر) ، لذلك يبدو من الضرورى تطوير طرق تقدير المخلفات بما يحقق الكشف عن هذه الآثار البسيطة فى الكائنات المائية . وتتفاوت السمية الحادة تبعاً لنوع المبيد ونوع الأحياء المائية ، حيث ثبت أن مبيد السبيرميثين والفيثاليرات أكثر سمية على الأسماك والقشريات من مركب البيروثين . ولقد استنتج أن مركبات البيروثريدز المحتوية على مجموعة سيانو أكثر سمية من تلك التى لا تحتوى عليها . ولقد فسر ذلك على أساس أن هذه المجموعة تقلل من معدل انهيار المركب نتيجة لتفاعلات التحلل المائى بالإنزيمات ، وكذلك الأكسدة . ومن أخطر ما أسفرت عنه الدراسة أن مستحضرات البيروثينات المصنعة أكثر خطورة من المركبات النقية ، وقد تصل الزيادة فى السمية بينهما إلى عشرة أمثال ، كما يتضح من جدول (١ - ٥) .

جدول (١ - ٥) السمية النسبية لبعض البيرثينات المصنعة على الأسماك والأحياء المائية .

نوع السمك والأحياء المائية	نوع المركب	التركيزات النصفية القاتلة (ميكروجرام/لتر) بعد ٩٦ ساعة
السالمون	بيرثرين	١٢
	سيبرمثرين	٢
	فينفاليرات	١,٢
اللويستر	بيرثرين	٠,٧٣
	سيبرمثرين	٠,٠٤
	فينفاليرات	٠,١٤
الجمبرى	بيرثرين	٠,١٣
	سيبرمثرين	٠,٠١
	فينفاليرات	٠,٠٤

جدول (١ - ٦) : المقارنة بين سمية المبيدات النقية والمستحضرات التجارية على الأسماك .

المركبات البيرثرويدية	التركيزات النصفية القاتلة (ميكروجرام/لتر)	مركبات نقية	مستحضرات
بيرثرين	١٣٥		٦١
سيبرمثرين	٥٥		١١
فينفاليرات	٧٦		٢١
فينروبثرين	٨,٦		٦,٧

ومن المؤسف أن الدراسة لم تتوصل لمعرفة مكونات المستحضرات ، حتى يمكن الربط بين إحداها وبين زيادة السمية على الأسماك .

ومن المعروف أن العوامل البيئية ، خاصة الحرارة ، تؤثر تأثيرًا كبيرًا على سمية البيرثينات المصنعة على الأسماك . ولقد وجدت علاقة عكسية بين درجة الحرارة والسمية على الأسماك ، وكذلك على الحشرات ، ومن ثم يجب أخذ عامل الحرارة في الاعتبار عند دراسة سمية البيرثينات على الأحياء

المائية ، خاصة في المناطق الباردة . وكمثال .. كانت سمية أحد البيثرينات على السمك ٠,٦٢ ميكروجرام / لتر على درجة ٥٥° ، ووصلت إلى ٦,٤٣ ميكروجرام / لتر على درجة ٢٥° . ولقد وجد أن التركيزات غير القاتلة من المبيدات تؤثر على نشاط السمك من حيث القدرة على العوم والتنفس ، والأسباب غير مفهومة حتى الآن ، وإن كان يجب عدم تجاهلها . ولقد ثبت حدوث ادمصاص للبيثرينات على سطوح الدافيا مما يسبب موت هذه الكائنات الدقيقة .

ولقد ثبت من الدراسات الميدانية وجود البيثرينات وتأثيرها على اللافقاريات التي تعيش في المياه . ولقد ثبتت شدة الضرر التي تحدث لها من جراء التعرض للبيثرينات ، كما في يرقات الحشرات والقشريات . وفي بعض الحالات حدث توازن للتعداد بعد أسابيع قليلة أو شهور قليلة من التعرض للسموم . وفي بعض الحالات الأخرى لم يحدث هذا التوازن في التعداد خلال الموسم الذي تعرضت فيه خاصة إذا تكررت مرات التعرض . وقُتل أو تقلل يرقات الحشرات والقشريات لابد أن يؤثر على تعداد الأسماك التي تتغذى عليها نتيجة للتأثير الضار على معدل التكاثر في الأسماك ، ولو بصفة مؤقتة . وبالرغم من أن البيثرينات المصنعة تدخل في أجسام الأسماك وغيرها من الكائنات المائية ، إلا أنها تمثل وتخرج خارج الجسم في فترة وجيزة ، حيث وجد أن نصف فترة الحياة لميد الفينغاليرات حوالي ٥ أيام في بعض الأسماك .

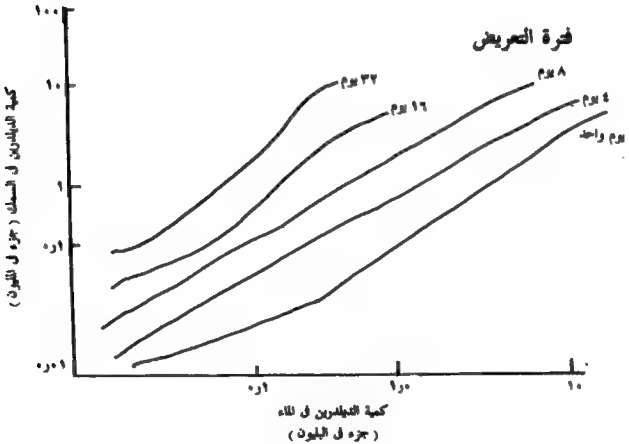
ومن أخطر الدراسات التي أجريت في كندا ما ثبت أن البيثرينات المدمصة على الرواسب العالقة في الماء وفي قاع البحار يحدث لها انفراد ، ومن ثم تجد طريقها إلى السمك والأحياء المائية الأخرى .

(د) مخلفات المبيدات في الأسماك ، وظاهرة المقاومة

وهناك العديد من الدراسات عن مخلفات المبيدات الحشرية الكلورينية في الأسماك ، كما هو مبين في الجدول التالية . ومن النادر أن تزيد كميات المخلفات عن أجزاء قليلة في المليون ، وإذا زادت عن ذلك يكون السبب هو صيد السمك بعد فترة قصيرة من وصول تركيزات عالية من المبيدات الحشرية إلى الماء من الرش الجوي ، أو من الأرض المحيطة . ومن أكثر المبيدات شيوعاً في السمك : مركب الـ د.د.ت ، والديلدرين ، وسادس كلورورالبتزين ، والكلوردين ، والمهتاكلور ، والأندرين ، والكامفيكلور في المياه بالولايات المتحدة الأمريكية . ولقد اختلف الوضع في بريطانيا والدول الأخرى .. ويحتوي الجدول (٧-١) على مخلفات المبيدات الكلورينية في الأسماك التي تعيش في المياه العذبة . وتختلف كميات المبيدات في السمك باختلاف المواسم ، حيث تزيد الكميات في الربيع وأوائل الصيف عندما يكون الرش الزراعي في الذروة . وهناك بعض الأدلة على أن مخلفات المبيدات الكلورينية التي تتجمع في السمك تتأثر بمحتوى الليبيدات في السمك . وكلما زاد هذا المحتوى ، قلت حساسية الأسماك للمبيدات ، وكذلك كلما زاد حجم السمك ، زادت كمية مخلفات المبيدات . ولقد اتضح وجود المركبات على صورتها الأصلية بدرجة أكبر من المثلثات المناظرة لها .

ولقد أثبتت الدراسات في هذا المجال أن خياشيم الأسماك تعتبر الطريق الرئيسي لدخول المبيدات الكلورينية إلى الأنسجة . ولو كان انتقال هذه المبيدات من الماء إلى الجسم يتم عن طريق الانتشار السليبي ، لانتفت علاقة التركيز داخل الجسم بالسمك . ولو كانت المبيدات تدخل مع الغذاء ، لاحتوى السمك الكبير على مخلفات عالية . ولقد وصلت كميات الـ د. د. ت المأخوذة مع الغذاء عشرة أمثال المأخوذة من الماء . ولقد تضاربت الأقوال في هذا الخصوص من حيث أيهما أكثر أهمية الدخول المباشر من الماء أو مع الغذاء . ولقد اتفق على أنه في حالة وجود المبيدات لمدة قصيرة في الماء ، فإن الكميات التي تدمص على سطح الطحالب أو الكائنات الأخرى التي يتغذى عليها السمك أكثر أهمية كمصدر للمخلفات في السمك . ولقد وجدت مخلفات بكميات بسيطة في أنسجة سمك البحار ، بالمقارنة مع سمك المياه العذبة ، لذلك فإن السمك الذي يهاجر من المياه العذبة للبحار يحتوى على مخلفات بدرجة أكبر مما هو موجود في أسماك البحار .

ولقد تحصل الباحثان كاديوك وبروكسين عام (١٩٦٩) على نتائج تبين تركيزات مبيد الديلدرين التي انتقلت من الماء إلى السمك كما هو موضح في شكل (١ - ٦) .



شكل (١ - ٦) : العلاقة بين كمية الديلدرين في الماء والسمك الذي يعيش فيها .

وتتشارك المبيدات في سمييتها على الأسماك تبعاً لنوع المبيد ، وكذا نوع السمك ، والماء ، وطول فترة التعريض . وقد يكون الضرر مباشراً على الأسماك أو غير مباشر ، ونفس الحال بالنسبة للكائنات

الأخرى التى تعيش فى الماء ، وتعتبر كمصادر لتغذية الأسماك ، مثل البلانكتون وغيرها التى تمتص كميات كبيرة من المبيدات ، ومن ثم يتسمم السمك الذى يتغذى عليها . ولقد ثبت أن مقاومة السمك للأمراض ، وكذا معدلات التغذية تقل نتيجة لتلوثه بالتركيزات غير السامة من المبيدات . ولقد سجل العديد من الحالات التى فشل فيها التكاثر من جراء التعرض للسموم . وبعض المبيدات تحدث زيادة فى سمك أغشية الحياشيم ، مما يستتبعه نقص فى التنظيم الإسموزى ، وانخفاض فى الكرات الدموية ، وتطلمخ المخ ، ومن ثم ينقص وزن الجسم . وبالإضافة لهذه الأعراض سجلت حالات نقص فى الحركة والحمو ، وفقد القدرة على التأقلم مع الحرارة ، بينما زاد معدل التنفس ، ونقص معدل فقس البيض . ويجب ألا يغفل الضرر الكبير من جراء تغذية الإنسان للأسماك الملوثة بالمبيدات ، فلو أن مخلفات المبيدات فى السمك عالية ، فمن المحتمل أن تتجمع فى جسم الإنسان وتصل إلى مستويات خطيرة . وفى البلاد التى بها قيود كبيرة وصارمة عن المخلفات والحدود المسموح بتواجدها وتداولها فى الأسماك ، فإنه لايسمح باستعمال الأسماك الملوثة للغذاء الأدمى . وتختلف أنواع الأسماك اختلافاً كبيراً فى حساسيتها للمبيدات الحشرية الكلورينية ، وفى مقدرتها على تخزين المخلفات فى الأنسجة . ومن المؤكد أن معظم الأنواع تقتل بواسطة العديد من الكيماويات . وفى الولايات المتحدة الأمريكية سجلت حالات قتل بلغت ١٤٤ مليون سمكة من جراء حدوث ٤٢٠٠ حادثة تسمم بالمبيدات فى المياه الموجودة بها الأسماك .

ومن الأمور الصعبة وضع قوائم عن سمية المبيدات للأسماك ، لأن هناك العديد من الاختلافات فى الحساسية تبعاً للاختلافات بين الأنواع ، والحجم ، والجنس ، والعمر ، ودرجة الحرارة ، ووقت التعرض ، وغيرها من العوامل الأخرى . وحتى عند توحيد الظروف الخاصة بالاختبارات العملية ، فإن النتائج المتحصل عليها لا تتفق - فى كثير من الأحيان - مع التأثيرات التى تحدث فى البيئات الطبيعية ويوضح الجدول (١ - ٧) الحدود السامة لبعض المبيدات الكلورينية فى الأسماك .

جدول (١ - ٧) : مخلفات المبيدات الكلورينية فى الأسماك* .

كمية المبيدات (جزء فى المليون)			
مصدر السمك	د. د. ت	دولدرين	هيتاكلور ، وناتج أكسدته
عينة أولى	٠,٤٨٨	٠,٠٦٠	٠,٠٨٧
عينة ثانية	٠,٥٠٤	٠,٠٨٥	٠,١٩٨
عينة ثالثة	-	-	٠,٣١٢
عينة رابعة	٠,٠١٦	-	٠,٠٣١

* جدول مأخوذ عن العالم كول وآخرين عام ١٩٦٧ .

وفي كندا جمعت أربع عينات من الأسماك من السوق المحلي لإحدى المدن ، وقدرت مخلفات المبيدات الكلورينية .

وقد يكتسب السمك صفة المقاومة لفعل المبيدات الكلورينية الحشرية ، ومن ثم يحتوى على كميات كبيرة من المخلفات في الأنسجة ، دون أن تظهر عليه أية أعراض أو مظاهر مرضية . وعلى سبيل المثال .. وجدت كميات من الأندرين في سمك الجامبوزيا وصلت حتى ٢١٤ جزء في المليون ، وسجلت أفراد من السمك تحتوى على ٢٥٠٠ جزء في المليون د.د.د في إحدى البحيرات الصافية بولاية كاليفورنيا . وفي المناطق التي تستخدم فيها المبيدات لمكافحة الآفات الزراعية بكثرة تكونت سلالات مقاومة من الأسماك لفعل حوالى ٢٠ مبيدًا ، ووصلت درجات المقاومة إلى أكثر من ٢٠٠٠ ضعف الأسماك الحساسة من نفس النوع . وميكانيكية المقاومة في السمك غير معروفة بالضبط ، ولكنها قد ترجع إلى التغير في النفاذية لمواضع التأثير ، أو على سطوح التنفس ، أو لزيادة محتوى الدهون ، أو تغير في الإخراج ، أو في الإنزيمات الهادمة ، أو في مسارات التمثيل .

وتمثل مخلفات المبيدات في مياه الشرب ، خاصة في الدول الفقيرة ، مشكلة كبيرة ، حيث لا توجد قيود أو حدود للكميات التي يسمح بتواجدها ، لدرجة أنه لا يوجد ضمن اختبارات الجودة الخاصة بالمياه ما يتضمن الكشف عن بقايا المبيدات (الأصلية أو نواتج تسميلها وتكسيرها) . ومن المؤكد أن وجود المبيدات في مياه الشرب له علاقة مباشرة بكثير من الحالات المرضية في الإنسان ، خاصة الأطفال .. ويوضح جدول (١ - ٨) الحدود المسموح بتواجدها في مياه الشرب في الأنواع المختلفة من المبيدات بالنانوجرام لكل لتر * .

جدول (١ - ٨) : الحدود المسموح بتواجدها من مخلفات المبيدات في مياه الشرب .

المبيد	الكمية المسموح بتواجدها	المبيد	الكمية المسموح بتواجدها
ألدرين	١٧ نانوجرام/لتر	هيتاكلور أوكسيد	١٨ نانوجرام/لتر
كلوردين	٣	لندرين	٥٦
د.د.د	٤٢	ميثوكسى كلور	٣٥
ديلدرين	١٧	المبيدات الفوسفورية والكاربامات	١٠٠
أندرين	١	التوكسافين	٥
هيتاكلور	١٨	٤,٢ - ٥,٤,٢ - ت	١٠٠

* مأخوذ عن Nicholson عام ١٩٦٩ .

الفصل الثانى بعض مظاهر سلوك المبيدات فى التربة

أولاً : مقدمة

ثانياً : كيفية وصول المبيدات للتربة الزراعية

ثالثاً : سلوك المبيدات فى التربة ومصرها

رابعاً : تأثير مبيدات التربة على الكائنات الدقيقة .

الفصل الثانى

بعض مظاهر سلوك المبيدات فى التربة

أولاً : مقدمة

لا يميل عالم التكنولوجيا إلى التصورات التاريخية ، ولكنه يتساءل دائماً عن النتائج ، ومدى التقدم الذى ينجزه الإنسان ، فما هو جديد الآن قد يصبح شيئاً روتينياً غداً ، وحياتنا تمر بتحديات يومية ، رضينا أم كرهنا ، معتمدة على أين وكيف نقف . وكلما تقدمت التكنولوجيا ، زادت الحاجة لدراسة أثر هذا التقدم على البيئة التى يعيش فيها الإنسان بما فيها من تربة وماء وهواء ، وكذلك الكائنات الحية من حيوان ونبات .

والتربة هى الوسط الذى يوجد به النبات ، وهى تعتبر أحد مكونات البيئة المحيطة به ، مثل : الحرارة ، والرطوبة ، والضوء .. إلخ ، وهى عوامل تؤثر بطريقة أو بأخرى على هذا النبات . والتربة عرضة للتلوث بالسموم ، وخاصة المبيدات الحشرية والفطرية ، علاوة على مبيدات الحشائش التى تصل إليها بطريقة مباشرة أو غير مباشرة . وقد تؤدي هذه المواد إلى فقدان التربة لخواصها الطبيعية والكيميائية والحيوية ، ومن ثم تصبح غير قابلة للزراعة العادية ، ولذلك وجه كثير من الاهتمام لدراسة تلوث التربة على المدى القريب والبعيد بواسطة عدد كبير جداً من الباحثين فى مجال مبيدات الآفات ، حيث تناولوا أثر المبيدات عمومًا على كل مايتعلق بالتربة ، وكذلك أثر هذه التربة من جهة أخرى على سلوك هذه المبيدات .

وسيتنصر هذا الجزء على سلوك ومصير المبيدات فى التربة الزراعية ، وأثرها على هذه التربة ، وتأثير التربة على كفاءة وفعالية هذه المبيدات فى مجال مكافحة الآفات .

ومن المعلوم أن التربة تعامل بالمبيدات إما للقضاء على الآفات الضارة التى تسكنها والتى تؤثر بصورة مباشرة على نمو النبات وإنتاجيته ، مما يستدعى إضافة المبيدات السامة بصورة مناسبة للقضاء على الآفات وحماية البذور المزروعة أو المجموع الجذرى للنباتات القائمة من مهاجمة هذه الآفات

(حشرات - فطريات - نيماتودا - أكاروسات وغيرها) . والعبرة ليست بمعاملة التربة ، ولكن بمدى وصول المبيد للهدف ، حيث يتأثر ذلك بالعديد من العوامل المتشابكة والمعقدة ، بعضها يتعلق بالمبيد نفسه (الخواص الطبيعية والكيميائية .. وغيرها) ، وبعضها يتعلق بالتربة وما بها من نباتات (قوام التربة ، وتركيبها الطبيعي والكيميائي .. ومحتواها البيولوجي ، ودرجة الرطوبة ، والحرارة ، ونوعية وكثافة الكائنات الدقيقة ، وطريقة الري وغيرها من العوامل الأخرى) .. وستناول هذا الموضوع بإيجاز في النقاط التالية :

ثانياً : كيفية وصول المبيدات للتربة الزراعية

يمكن القول بصفة عامة إن المبيدات تصل إلى التربة الزراعية بطريق مباشر أو غير مباشر . ويعنى الطريق الأول معاملة التربة نفسها في حالة مكافحة آفة ضارة تعيش في التربة ، أو بفرض حماية المجموع الخضري للنبات بمعاملتها بمبيدات ذات خواص معينة (الجهازية) . والطريق غير المباشر ، وهو مايعبر عنه بتلوث التربة Contamination ، نتيجة للرش المتكرر أو غيره من طريق المعاملة الخاصة بمكافحة الآفات الضارة التي تصيب النباتات (الرش على المجموع الخضري) ، وما يستتبع ذلك من حدوث تساقط لقطرات المبيدات ووصولها إلى التربة . ومن الأفضل أن نشير - بشئ من التفصيل - إلى كل طريق على حدة .

Direct methods

١ - الطرق المباشرة

Soil spraying

رش التربة

وهي من أكثر الطرق شيوعاً ، وخاصة مع مبيدات الحشائش . وتتميز بأنها تحقق توزيعاً متجانساً للمبيد على سطح التربة المرشوشة . ويمكن التحكم في فعاليتها عن طريق آلات الرش المستخدمة . ويكون المبيد على صورة مستحلب أو معلق دائم في الماء . وقد تستخدم الرشاشة العادية ذات البشپورى الواحد ، أو ذات الستة بشاير ، أو موتورات خاصة للرش الموجه . وتجب مراعاة الدقة التامة ، حتى لا يحدث تركيز للمبيد في أى منطقة من التربة المعاملة ، وخاصة مع مركبات البوربا ، وعلى سبيل المثال .. مبيد الحشائش (الكوتوران) التي تضر بالمحاصيل المتعاقبة للقطن ، مثل القمح ، وكذلك تضر بتركيب التربة .

Dusting

تغبر التربة

تشير الدراسات السابقة إلى إمكانية استخدام المساحيق لتعقيم ومعاملة التربة ، وخاصة مع مبيدات الحشائش . وفي جميع الحالات يفضل الرش .

Soil Fumigation

تدخين التربة

تستخدم فيها مواد عضوية قابلة للتطاير . ويتوقف نجاح هذه العملية على اعتبارات كثيرة ، أهمها : حجم حبيبات التربة ، ودرجة حرارة ورطوبة التربة . وقد سبق تناول هذا الموضوع في الفصل الخاص بطرق استخدام المبيدات . ومن أهم المواد المستخدمة : الكلورويكرين ، وثاني

كربون الكربون ، ومخلوط الـ د.د.د.ت وثنائي كلورور الإيثيلين ، ويرومور الميثائل . وقد تعامل التربة بمواد غير عضوية ، ومعظمها أعطى نتائج سلبية في مجال مكافحة الفطريات ، وإن كان بعضها قد استعمل بنجاح ، مثل : الكبريت ، والمواد الجيرية ، والنحاس ، والزيثيق . ولقد أصبح لهذه الطريقة أهمية خاصة في مصر وغيرها من بلدان العالم التي اتجهت للزراعات المحمية في الصوبات الزجاجية والبلاستيكية ، حيث تمثل آفات التربة مشكلة كبيرة ، خاصة النيماتودا .

Cup technique

طريقة المعاملة بالمستحلبات أو طريقة الفنجان

المبيد في صورة مركز قابل للاستحلاب (Emulsifiable concentrate (EC عن طريق عمل حفرة صغيرة بجوار البادرة (عمر ١٥ يومًا) وينقل المبيد إلى الحفرة بواسطة الفنجان ، ومن هنا كانت التسمية . ويقلب المحلول ويغطي بالتراب ، ثم تجرى عملية الري ، وهى طريقة غير مستحبة وغير شائعة ، نظرًا لخطورتها الناتجة من الاستنشاق وإحداث التسمم للقائم بالعملية .

Side treatment

المعاملة الجانبية

وفها يستخدم المبيد في صورة حبيبية Granular ، أى عملاً على المادة الحاملة الحبيبية ، وممسوكاً عليها بقوة الادمصاص والجذب السطحي ، بالإضافة للمواد اللاصقة . وتم المعاملة بعمل حفرة صغيرة بجوار البادرة (عمر ١٥ يومًا) بواسطة مضرب الزراعة أو الفأس الصغير ، وتوضع باليد الأخرى الكمية المحسوبة من المبيد المحبب ، ثم تردم بالتراب ، وتروى . وغالبًا ما تكون هذه المبيدات من النوع الجهازى .

At planting time

المعاملة عند وقت الزراعة

ويكون المبيد عادة من النوع المحبب وفها يوضع المبيد في نفس الجورة عند الزراعة فوق أو تحت البذور ، ثم يردم بالتراب ، وتجري عملية الري بعد ذلك . وقد تجرى في حالة مبيدات الحشائش ، وذلك بإتمام عملية الزراعة ، وفي نفس اليوم تجرى عملية الرش بالمبيد القابل للبلل أو بالمستحلب .. إلخ . لتكوين فيلم على سطح التربة موزع بانتظام وتجانس ، ثم تجرى عملية الري في نفس اليوم أو بعد ذلك .

Direct spray

الرش الموجه

ويقصد به المعاملة المباشرة للتربة ، وتجري بعد تمام عملية الإنبات ، وعندما تم الحشائش الضارة طورًا معينًا من أطوار نموها ، حيث تستخدم أوان خاصة مخروطية الشكل يتم بواسطتها توجيه محلول المبيد إلى التربة بين الجور ، دون ملامسة النباتات القائمة لتفادى حدوث التشوهات والأثر الضار عليها . وقد يضاف المبيد من خلال التنقيط من فتحة معينة في العبوة ينزل منها المبيد على الماء الداخل للحقل بغرض الري . وتحتاج هذه الطريقة لخبرة كبيرة ، وقد يضاف المبيد خلطًا مع السماد .

وفيها لا يكون القصد معاملة التربة ، وإنما يحدث لها تلوث عرضي من جراء الطرق التالية منفردة أو مجتمعة في نفس الوقت ، أو بالتتابع القريب أو البعيد .

Dripping

تساقط المبيد

عند رش المجموع الخضري بمحلول المبيد بواسطة الطائرات أو الوسائل الأرضية ، فإن كمية كبيرة من محلول الرش تتساقط على سطح التربة (٢٠ - ٥٠ ٪) ، مما يؤدي إلى تلوث التربة . وقد يحدث نفس الشيء عند إجراء عملية التفتير ، حيث يحدث تساقط لضباب مسحوق المبيد ، ويصل جزء منه إلى التربة . وللأسف الشديد لا توجد حتى الآن طريقة للمعاملة لا تؤدي إلى تلوث التربة .

تقليب مخلفات النباتات الملوثة بالمبيدات في التربة

وذلك بعد الحصاد بغرض التسميد ، وهي عادة متبعة في كثير من البلدان الزراعية ، خاصة مع المحاصيل البقولية ، كالبرسيم وخلافه ، ويلجأ إليها كثير من الزراع ، نظرًا لرخصها وفائدتها ، ولكنها في المقابل تؤدي إلى تلوث التربة ، وخاصة إذا كانت الفترة بين معاملة هذه النباتات وبين عملية التقليب في التربة قصيرة ، وبالتالي غير كافية لتحلل وانحيار المبيد الموجود فيها . وتزداد حدة هذه المشكلة مع المبيدات الثابتة ، مثل الكلورينية .

زراعة تقاوى سبق معاملتها بالمبيدات

وذلك بغرض حمايتها من آفات التربة وتحسين الإنبات . وهي تؤدي إلى تلوث التربة . وتعامل التقاوى بضمها في محلول المبيد المناسب ، وتتبع هذه الطريقة في معاملة البنذور والدرنات والأبصال ، وذلك بوضعها في أكياس خاصة ، ثم غمرها حتى تبتل التقاوى جيدًا . ويستعمل لهذا الغرض مركبات الزئبق ، والنحاس ، والمبيدات الفطرية العضوية ، مثل : الأراسان ، والسيسمان . وقد تكون معاملة التقاوى بمطهرات على صورة مساحيق تمزج أو تقلب جيدًا مع التقاوى داخل أوعية مغلقة ، مثل البراميل الكبيرة ، وتقلب جيدًا ، بحيث تلتصق هذه المساحيق بصورة متجانسة على الأسطح الخارجية للتقاوى ، وتقتل بذلك الجراثيم العالقة بها من الخارج ، كما أنها تظهر التربة حول البنذور عند الزراعة . وقد تمحض معلقات سمكة من هذه المطهرات وتخلط جيدًا بالتقاوى .

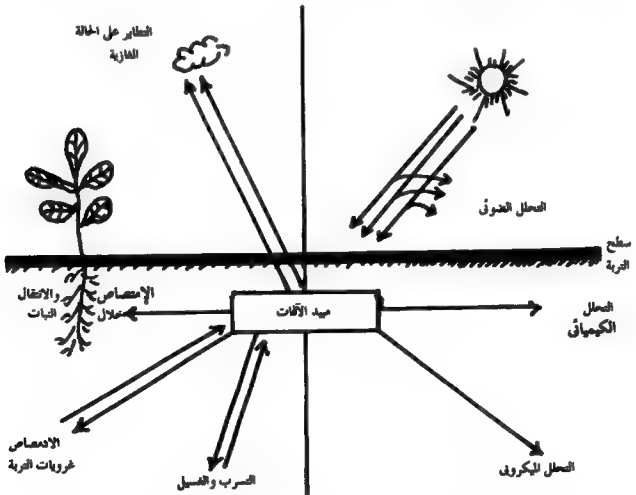
ومن أهم المبيدات الفوسفورية الجهازية التي استعملت في الماضي على نطاق واسع في معاملة تقاوى القطن في مصر مَرْكَبُا الدايستون والثيرميت ، وهي توفر الحماية للبنذور ضد حشرات التربة ، وكذلك المجموع الخضري ضد الآفات الحشرية ذات أجزاء الفم القاذية الماصة ، كالمن واليريس . وتعامل جميع تقاوى القطن في مصر بالمبيد الفطري « ريزولكس » الفعّال ضد فطريات الريزوكتونيا التي تسكن التربة .

ويجب عند اتباع هذه الطريقة مراعاة عدم تأثير هذه المعاملات على حيوية الجنين في البذور المعاملة ، وكذلك على نسبة الإنبات . وقد اتبعت هذه الطريقة في معاملة بذور القطن في مصر ، وعابها وجود الزغب ، خاصة في جهة الجنين ، مما سبب تقليل نسبة الإنبات والإضرار بالجنين ، مما استدعى إجراء عملية إزالة الزغب Defolting باستعمال حامض الكبريتيك المركز لفترة قصيرة محسوبة ، وبعد ذلك عرضت التقاوى المعاملة لتيار ماء ، ولفترة كافية للتخلص من آثار الحامض . وإذا نقت البذور في محلول الرش أطلق على العملية Seed Soaking ، وإذا عوملت بمسحوق المبيد مع مادة لاصقة يطلق عليها Seed Coating . وكلا الطريقتين يطلق عليهما seed dressing ، أو Seed treatment .

ثالثاً : سلوك المبيدات في التربة ومصيرها

Behaviour and Fate of pesticides in Soil

من الضروري معرفة سلوك ومصير المبيدات في التربة علاوة على فعاليتها لتقرير مدى صلاحية استخدام هذه المواد الكيميائية من الناحيتين الفنية والاقتصادية . ومن أهم العوامل التي تلعب دوراً فعالاً في هذا الخصوص عمليات الانهيار الكيميائي والميكروبي ، والامتصاص ، والادمصاص ، والتطاير ، والانتقال خلال التربة . وكل هذه العمليات ترتبط ارتباطاً وثيقاً بنوع التربة والعوامل البيئية ، كما في الشكل (٢ - ١) .



شكل (٢ - ١) : العوامل المحددة لسلوك وتواجد المبيدات في التربة .

ويتضح من الشكل أن ميد الآفات ، وهو مركب كيميائي بالدرجة الأولى ، يتعرض بمجرد وصوله للتربة لمجموعة من العوامل التي تؤثر على سلوكه العام ، خاصة ما يتعلق بالثبات والفاعلية ضد الآفة المستهدفة . ويمثل التحلل الكيميائي والميكروبي والامتصاص على حبيبات التربة والتحرك خلال التربة والامتصاص بواسطة النبات المزروع والتطاير والانهيار الضوئي والتحلل المائي والحرارى أهم العمليات التي يتعرض لها الميد في التربة . ونتيجة لحدوث هذه التفاعلات منفردة أو مجتمعة يتحول الميد إلى نواتج مختلفة ، قد تكون أقل أو أكثر كفاءة من المركب الأساسى . ويجب أن يؤخذ فى الحسبان عند تحديد التركيز الحقلى الفعال الكميات التى تعتبر فى حكم المفقودة نتيجة لتأثير هذه العوامل ، حتى يمكن تعويضها ، حفاظاً على فعالية وكفاءة الميد ضد الآفة المستهدفة .. وستكلم عن بعض مظاهر سلوكيات المبيدات فى التربة فيما على :

Release

١ - معدل انفراد المبيدات من المستحضرات

المقصود بكلمة Release هو معدل انفراد أو تحرير المادة السامة الفعالة للمبيد من على سطح المادة الحاملة التى غالباً ماتكون مجهزة فى صورة حبيبية غير قابلة للامتصاص بواسطة النبات ، ومن ثم يجب تحرير المادة السامة حتى تصبح فى صورة حرة قابلة للامتصاص والتحرك والوصول للهدف وإحداث التأثير . وهذه الكمية المنفردة هى التى تحدد ماسوف يحدث للمبيد من ظواهر وسلوكيات فى التربة . وتحدد الكمية المنفردة من الميد تبعاً لكمية الماء المضافة (طبيعة وسرعة الرى) . وفى حالة تساوى حجم الماء المضاف ، فإن معدل انفراد الميد يتوقف على ثلاثة عوامل هى : نوع المادة الحاملة ، وتركيز المادة الفعالة ، وفترة التلامس مع الماء .

وعامل الانفراد فى متبى الأهمية ، حيث يجب أن يحدد - وبدقة - كمية الميد التى ستنفرد وتحرر تحت الظروف التطبيقية المختلفة قبل التوصية باستخدام طريقة إضافة المبيدات المحببة للتربة أو للمزارع المائية ، كما هو الحال فى مبيدات حشائش الأرز . ويؤدى إهمال هذا العامل أو عدم الدقة فى الحساب إلى عدم وصول المادة الفعالة بالتركيز المناسب للهدف المنشود . ولقد كان إغفال هذا العامل السبب الرئيسى فى عدم تحقيق كفاءة عالية عند استخدام المبيدات الحشرية فى مكافحة عذارى دودة ورق القطن ، وكذلك فشل العديد من المبيدات النيماتودية التى تضاف للتربة .

ولقد قام زيدان عام ١٩٦٦ بدراسة معدل انفراد ميد الدايسستون الفوسفورى الجهازى من على سطح الحبيبات المعاملة بالمبيد ، آخذاً فى الاعتبار تأثير العوامل الثلاثة المشار إليها سابقاً ، وهى : التركيز ، وصورة المستحضر وطبيعة المادة الحاملة . وتم تقدير معدل الانفراد بالتقييم الحيوى باستخدام يرقات البعوض الجداول (٢ - ١ ، ٢ - ٢) .

ولقد اتضح من النتائج التى أسفرت عنها الدراسة أن كمية ومعدل انفراد الميد تختلف باختلاف العوامل المدروسة ، حيث ازداد الانفراد بزيادة تركيز المادة الفعالة ، وكذلك طول فترة التلامس المباشر للمبيد مع الماء . كما اتضح أن نوع المادة الحاملة ذو أهمية كبيرة جداً فى هذا الخصوص ، فلقد أظهرت المادة الحاملة الفيرميكيوليت انفراداً كبيراً وسريعاً ، بالمقارنة بمادة الأتكلالى العضوية . ولقد

اتضح كذلك توزيع المنفرد بدرجات مختلفة في المستويات المختلفة من الماء الموجودة به الحبيبات ، حيث وجدت كميات صغيرة على السطح العلوي للماء (انفراد قليل) ، بينما احتوى القاع على كميات كبيرة (انفراد كبير) . وهذه النتيجة تأكدت مع الأتكلای ، بالمقارنة بالفيرميكيوليت ، وهذا يمكن تفسيره على أساس اختلاف الخواص الطبيعية للمادة الحاملة نفسها . والجدول التالية توضح معدلات انفراد مييد الديستون المحمل على الأتكلای والفيرميكيوليت عند وضعها في الماء .

جدول (٢ - ١) : معدل انفراد الدايستون على الأتكلای في الماء .

معدلات الانفراد (%)

فترة الصريخ / ساعة	عينات السطح			عينات القاع		
	التركيز الأول	التركيز الثاني	التركيز الثالث	التركيز الأول	التركيز الثاني	التركيز الثالث
١ ساعة	—	—	—	—	٦,٣	٥,٦
٢٤ ساعة	٨,٩	٦,١	٨,٠	٢٠,٠	١١,٨	١٩,٠
٤٨ ساعة	١٧,٠	٨,٣	١٥,٠	٢٤,٠	٣٧,٣	٤٤,٠
٧٢ ساعة	٢٤,٠	١١,٨	٣٦,٥	٥٨,٠	٥٢,٦	٥١,٠
٩٦ ساعة	٤٣,٠	٢٠,٠	٧٣,٠	٧٦,٠	٦١,٨	٨٧,٧

ويتضح من النتائج الموجودة في الجدول التأثير المشترك لكل من عامل التركيز والوقت ، وخاصة مع العينات السطحية ، ولم تنفرد أى كمية من المبيد بعد ساعة من الملامسة مع الماء تحت كل الظروف الموضحة . ويلاحظ أنه مع التركيزات الثلاثة المستخدمة يزداد معدل الانفراد بزيادة عامل الوقت ، سواء أكانت العينات من على السطح ، أم من القاع ، ولو أن الأخيرة كانت ذات قيم أعلى من السطحية . ومن المعروف أن هذا المبيد من النوع الجهازى التقليدى ، ولذلك فإن النظرة الفاحصة لهذه النتائج توضح خطورة الاحتفاظ بالمبيد المجهز على الصورة المحببة في تلامس مباشر مع الماء لمدة طويلة ، حيث سيتحرر معظم المادة الفعالة ، ومن ثم تتمص بواسطة جذور النباتات ، وتتحرك لأعلى ، ويحدث لها تمثيل تنشيطى في البداية ، وقد تضرر بالنباتات القائمة في حالة زيادة التركيز المتمص عن الحد المطلوب . ولا يجب أن تغفل التأثيرات الجانبية المحتملة في البيئة ، خاصة على كائنات التربة الحية ، وخواص التربة ، واحتمالات تلوث المجارى المائية والمصارف ، وحدوث أضرار للأسماك والحيوانات وغيرها .

جدول (٢ - ٢) : معدل إنفراد الدايستون من الفروميكلوليت في الماء .

معدلات الانفراد (%)					
فترة التعريض ساعة			العينات السطحية		
			عينات القاع		
التركيز الأول	التركيز الثاني	التركيز الثالث	التركيز الأول	التركيز الثاني	التركيز الثالث
١ ساعة	—	١١,٨	١٥,٢	١٣,٠	١٣,٦
٢٤ ساعة	١٩,٦	٢٠,٠	٢٤,٨	٢٧,٧	٢٦,٠
٤٨ ساعة	٣١,٠	٣٧,٢	٤١,٢	٤٦,٧	٣٧,٤
٧٢ ساعة	٥٣,٠	٦١,٨	٧٣,٠	٧٥,٩	٦١,٨
٩٦ ساعة	٧٦,٠	٧٦,١	٩٣,٥	٩٠,٠	٨٠,٠

يتضح من النتائج الموجودة في الجدول زيادة معدل الانفراد خلال فترات التعريض القصيرة ، وخاصة مع التركيزات العالية من عينات القاع ، بالمقارنة بما حدث مع المادة الحاملة الأتكلای ذات القدرة الأدمصاصية العالية .

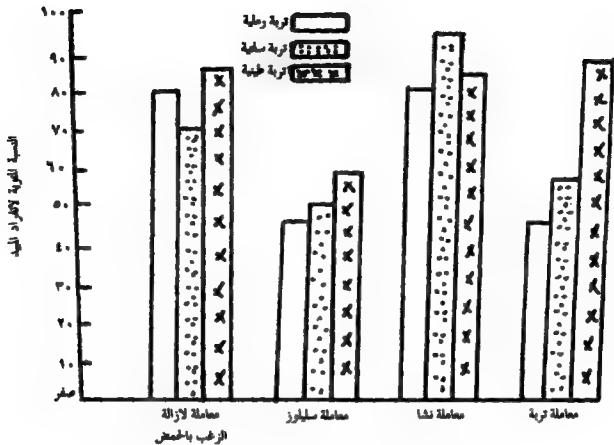
وفي كلية الزراعة — جامعة عين شمس — عام ١٩٧٣ تمت دراسة معدل انفراد مييد الدايستون على بذور القطن المعاملة . ولقد اتضح من النتائج المتحصل عليها أهمية تأثير نوع التربة على معدل الانفراد ، حيث زاد المعدل في الطين بدرجة أكبر من الأرض الرملية ، وهكذا يمكن تفسيره على أساس كبر مساحة السطح المعرض في حالة الطين ، وهو السطح الموجود في تلامس مباشر مع البذور . ولقد ثبت كذلك الدور الهام الذي تلعبه مادة التغطية ، حيث تم ترتيب المعاملات تصاعدياً تبعاً للنسبة المئوية للانفراد في التربة الرملية كإيلي : الميثايل سليولوز (٤١ر٦٪) — التربة (٤٢ر٧٪) — النشا (٧٠ر٧٪) ، والمعاملة بدون زغب (٧٥ر٣٪) . ويرجع معدل الانفراد العالي في البذور التي أزيل منها الزغب كيميائياً إلى غياب المادة اللاصقة . والانفراد العالي في معاملة النشا قد يرجع إلى سرعة فوہان النشا في الماء . وعلى العموم .. فإن معدل الانفراد يعتمد أساساً على نوع المييد ومكان أو عمق وضعه في التربة ، مما يحدد إذا كان سيدمض على السطح ، أم يذوب في محلول التربة ، أم يظل في حالة تلامس مع البذور .

والشكل (٢ - ٢) : يبين العلاقة بين نوع التربة ، وكذلك طرق التغطية ومعدل الانفراد .

٢ - ادمصاص المييد بواسطة حبيبات التربة والعوامل المؤثرة عليه

Factors influencing the adsorption and desorption of pesticides in soil

من المعروف أن هناك سبعة عوامل تؤثر على مصير وسلوك أى مييد في التربة ، وهي :



شكل (٢ - ٢) : العلاقة بين نوع التربة وطريقة تغطية البذور ومعدل الأفراد .

(١) التحلل الكيميائي - (٢) التحلل الضوئي الكيميائي - (٣) التحلل الميكروبي - (٤) التطاير - (٥) تحرك المبيد - (٦) الامتصاص بواسطة النبات أو الكائن الحي - (٧) الادمصاص . ولقد ثبت أن ظاهرة الادمصاص والانفراد Adsorption-desorption تؤثر بطريقة مباشرة أو غير مباشرة في العوامل الستة ، حيث إن الادمصاص من أهم العوامل الكبرى التي تؤثر على التفاعل بين المبيدات وغرويات التربة .

وتجدر الإشارة إلى أن الخواص الطبيعية والكيميائية للأراضي تتأثر بشدة بمحتوياتها ، وهي إما أن تكون ذات سطوح نوعية ، أو ذات سطوح نشطة جداً ، والأخيرة تكون مصاحبة لحبيبات صغيرة جداً في الحجم ، ولذلك فإن المحتوى الغروي للتربة هو العامل السائد أو ذو السيادة ، والذي يؤثر على التفاعل بين المبيدات والتربة . وتنقسم المكونات الغروية للتربة إلى مواد عضوية ومواد معدنية ، ولو أن المحتوى الغروي الدبال Humic colloid Fraction غير معروف تماماً حتى الآن ، إلا أنه من المعروف أن معظم التفاعلات الخاصة به تحدث على صورة حمض الدبال Humic acid . والذي يهمنا في هذا المجال معرفة القدرة التبادلية للكاتيونات ، والخاصة بالمكونات المختلفة للتربة ، وكذلك مساحة السطح ، وهما من أهم العوامل المؤثرة على ظاهرة ادمصاص المبيد ، وهي مأخوذة عن Bailey & white عام ١٩٦٤ ، كما في الجدول (٢ - ٣) .

جدول (٢ - ٣) : الخواص الطبيعية لمكونات التربة .

مكونات التربة	مساحة السطح حز مربع/جم	مقدرة تبادل الكاتيونات ملليمكاف/ ١٠٠ جرام
المادة العضوية	٨٠٠ — ٥٠٠	٤٠٠ — ٢٠٠
الفورميكيوليت	٨٠٠ — ٦٠٠	١٥٠ — ١٠٠
الموتيمورولينيت	٨٠٠ — ٦٠٠	١٥٠ — ٨٠
الفورميكيوليت الثانى الأوجه المزوج	٨٠٠ — ٥٠	١٥٠ — ١٠
اتيليت	١٠٠ — ٦٥	٤٠ — ١٠
كلوريت	٤٠ — ٢٥	٤٠ — ١٠
كاؤولينيت	٣٠ — ٧	١٥ — ٣
الأكاسيد والأيدروكسيدات	٨٠٠ — ١٠٠	٦ — ٢

والمحتوى المعدنى للتربة يتكون من معادن الطين البلورية والأكاسيد والأيدروكسيدات البلورية وغير البلورية . وحمض الدبال عبارة عن مجموعة أحماض عديدة القاعدية Poly basic مع مجموعتين على الأقل من المجماع الحامضية ، مثل : الكربوكسيل ، والأيدروكسيل الفينولية .

والقدرة التبادلية للكاتيونات فى حمض الدبال أعلى بكثير من معادن الطين ، وهى من ٢٠٠ إلى ٤٠٠ ملليمكاف/١٠٠ جرام . ولقد ثبت أن المجماع الفعالة كالكربوكسيل ، والأمين ، والأيدروكسيل الفينولية ، والكحولات تؤثر مباشرة على ادمصاص الأنيونات والكاتيونات الموجودة فى المبيدات بواسطة الحمض الدبالى ، ومن المحتمل أنها تؤدى إلى تكوين سطوح من الروابط الأيدروجينية التى تتفاعل مع المبيدات .

ولقد ثبت أن سطوح المكونات المعدنية تتكون من الأكسجين والأيدروكسيل ، وهى قد تكون مشحونة أو غير مشحونة كهربياً .

وظاهرة ادمصاص فى غاية الأهمية ، ولابد من دراستها بدقة قبل التوصية بالتوسع فى استخدام أى مبيد من مبيدات التربة ، لأنه يعنى أن كمية من هذا المبيد الموجودة فى صورة حرة Free بعد انفراطها من المستحضر Formulation قد أدمصت بواسطة حبيبات التربة مرة أخرى ، وأصبحت فى صورة مرتبطة Binding لايستفيد منها النبات المراد المحافظة عليه . ومن وجهة نظر علم مكافحة الآفات تعتبر الكمية المدمصة فى حكم المفقودة أو الضائعة ، ومن ثم يجب حسابها بدقة عند التوصية بجرعة أو تركيز فعال ، لأن هناك كثيراً من العوامل التى تؤثر على هذه الكمية ، خاصة نوع التربة

وكمية الغرويات بها والخواص الطبيعية والكيميائية للمبيدات نفسها ، والتفاعلات الخاصة في التربة ونشاطها ، وحرارة التربة ، وطبيعة الكاتيونات المشبعة الموجودة على مراكز التبادل الكاتيوني للغرويات ، وكذلك طبيعة الصورة المستخدمة من المبيد .. إلى آخر ذلك من العوامل الأخرى . وهناك عدة نماذج رياضية تمكن من حساب معدلات ادمصاص المبيدات تذكر منها معادلة : لانجمير للادمصاص ، ومعادلة فرونيدلش ، ومعادلة برونواو ، ويكر ، وكذلك معادلة جيبس .

العوامل المؤثر على الادمصاص والانفراذ

Factors influencing adsorption and desorption

Adsorbent

١ - الخواص الطبيعية والكيميائية لمادة الادمصاص

من أهم الخواص الموجودة في مادة الادمصاص ، والتي تؤثر على تفاعلها مع المادة المدمصة Adsorbate هي مساحة وطبيعة السطح ، وكمية وتوزيع وكثافة المجال الكهربى على هذا السطح . وحيث إن التفاعلات الادمصاصية عبارة عن تفاعلات تحدث على السطح ، لذلك كانت مساحة هذا السطح من أهم هذه العوامل ، وعلى سبيل المثال .. فإن المعادن ذات النسبة ١ : ١ ، مثل الكاؤولين ومجموعته ، فإنه نظراً لقلة قدرتها على تبادل الكاتيونات ، وصغر مساحة السطح الخاصة بها ، فهي ذات قدرة محدودة جداً على ادمصاص المبيدات . أما المعادن ذات النسبة ٢ : ١ ، والتي تتمدد ، مثل : المونتمورولونيت Montmorillonite ، والفيرميكيوليت Vermiculite ، فلها قدرة تبادلية كبيرة ، وكذا مساحة سطح كبير (أكبر بمقدار ١٠٠ مرة عن مجموعة الكاؤولين) ، ولذلك تكون مقدرتها على ادمصاص المبيدات كبيرة أما المعادن ٢ : ١ التي لا تتمدد ، فهي حالة وسط بين المعادن ١ : ١ و ٢ : ١ التي تتمدد .

وبالنسبة للجزيئات الغروية التي تمتاز بسطح مشحون كهربائياً ، ومعادن الطين ، والمواد غير البلورية ، فهي تقسم إلى مجموعتين تبعاً لكثافة وطبيعة الشحنة ، فمثلاً السليكا والألومينا ، والحديدك والحديدوز على صورة هيدروكسيدات ذات شحنات قليلة ، بينما معادن الصلصال وغالب السليكا والألومينا والجمل ذات شحنات عالية ، ربما تكون الشحنات الموجودة على الكاؤولين أكبر منها على المونتمورولونيت . ولقد أثبتت الدراسات أن الشحنة الكلية ومساحة السطح من أهم العوامل التي تؤثر على ادمصاص المبيدات .

ويمكن القول إن مادة الادمصاص تؤثر على درجة الادمصاص من خلال تأثيرها على توجيه المادة المدمصة . والذي يحدث إما عن طريق إعادة ترتيب السطوح ، أو لقوى الجذب بين الطبقات .

ولقد درس سنبل عام ١٩٦٦ ظاهرة ادمصاص المبيدات الحشرية من محاليلها المجهزة في المذيبات العضوية بواسطة بعض المواد الخفيفة Diluents . ولقد ثبت من الدراسة عدم حدوث ادمصاص لمبيد التوكسافين في المذيبات المختلفة مع وجود الكاؤولين ، وبودرة التلك ، وكربونات الكالسيوم ،

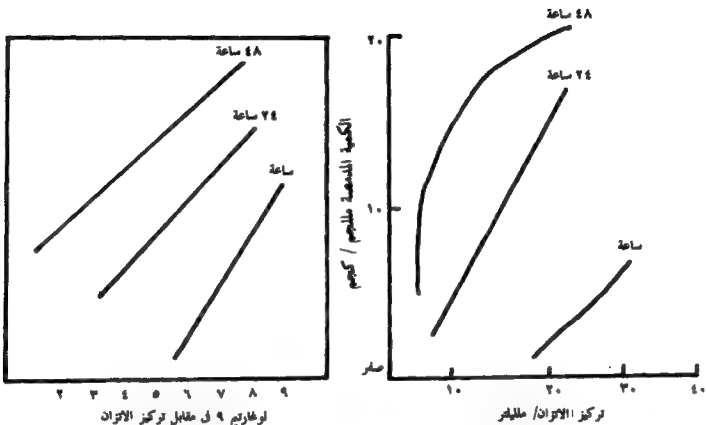
وكبريتات الكالسيوم ، بينما نصح الشاركول في ادمصاص التوكسافين من الإيثانول والبروبانول ، والأيزوبروبانول ، والأسيتون ، والبتزين ، والهكسان العادى ، والإيثيل أسيتات ، وفى جميع الحالات حدث الاتزان بعد ساعة واحدة ، ولم يتأثر معدل الادمصاص بإطالة الوقت حتى ٢٤ - ٤٨ ساعة ، بينما كان تأثير عامل التركيز الخاص بالمبيد المستخدم كبيراً . ولقد زادت كمية التوكسافين المدمصة على الفحم بزيادة تركيز المبيد ، وخاصة مع الهكسان العادى ، يليه الأيزوبروبانول يوضح جدول (٢ - ٤) إدمصاص التوكسافين على التبنوتيت من الميثانول على الفترات المختلفة .

جدول (٢١ - ٤) : المصاص التوكسافين - على سطح التبنوتيت مع ملهب الميثانول .

التركيز الابتدائى ميكروجرام/ مليلتر	الاتزان بعد ساعة		الاتزان بعد ٢٤ ساعة		الاتزان بعد ٤٨ ساعة	
	التركيز النهائى	الكمية المدمصة	التركيز النهائى	الكمية المدمصة	التركيز النهائى	الكمية المدمصة
مليلتر	ميكروجرام/ مليلتر	جرام	ميكروجرام/ مليلتر	جرام	ميكروجرام/ مليلتر	جرام
٥٠٠٠	٤٣٢٢	٦,٨	٣٣٢٢	١٦,٨	٣١٠٧	١٨,٩
٤٠٠٠	٣٥٠٠	٥,٠	٢٦٧٨	١٣,٣	٢٣٢٢	١٦,٨
٣٠٠٠	٢٧٤٩	٢,٦	٢٠٠٠	١٠,٠	١٤٦٥	١٥,٤
٢٠٠٠	١٨٥٧	١,٤	١٣٩٣	٦,١	٩٦٥	١٠,٤
١٠٠٠	١٠٠٠	صفر	٧١٤	٢,٩	٥٣٥	٤,٧
٥٠٠	٥٠٠	صفر	٥٠٠	صفر	٥٠٠	صفر

ولقد اتضح أن منحنى الأدمصاص ليس خطياً بعد ٢٤ ساعة ، ٤٨ ساعة ، بينما كان خطياً بعد ساعة واحدة ، كما فى شكل (٢ - ٣) .

ولقد درس زيدان وآخرون عام ١٩٦٦ ادمصاص المبيد الفوسفورى الجهازى الداهيستون على التربة ، ومدى تأثيره ببعض العوامل ، مثل : المحتوى العضوى للتربة ، وفترة التلامس المباشر بين المبيد والتربة ، وكذلك نوع المذيب المستخدم فى الاستخلاص . ومن النتائج التى أسفرت عنها الدراسة اتضحت التأثيرات المتباينة للمذيبات العضوية على معدل الادمصاص ، وكان أعلاها لإثير البترول ، وأقلها مذيب الأسيتون . ولقد أدت زيادة كمية المادة العضوية فى التربة بوجه عام إلى زيادة معدل الادمصاص ، وإن كانت معدلات الزيادة لاتسير فى اتجاه طردى مع نسبة زيادة المادة العضوية ، كما أن نوع المذيب العضوى يؤثر على هذه العلاقة .



ولقد درس نفس الباحث سنة ١٩٧٣ إدمصاص مبيدات التيميك (كاربامات) ، والدايستون (فوسفوري) ، والهبتاكلور (كلوريني) على بعض المواد الحاملة ، مثل : بودرة التلك ، والفحم المنشط ، والكالسيت ، والجبس ، والكاؤولينيت ، والبتونيت ، وكبريتات الأمونيوم ، وكبريتات البوتاسيوم ، وسجاد السوبرفوسفات . ولقد أظهرت النتائج المتحصل عليها أن معدل الإدمصاص يختلف تبعاً لطبيعة المبيد الكيميائي وتركيزه المستخدم ، وكذلك طبيعة مادة الإدمصاص .

كما تمت دراسة معدلات إدمصاص بعض المبيدات الفوسفورية العضوية ، وكذلك مركب السيفين الكرياماتي بواسطة الفحم بغرض معرفة إمكانية التخلص منه ، أو تقليل ضرر حالات احتراق النباتات المزروعة في أرض ملوثة بدرجة كبيرة بتركيزات عالية من هذه المبيدات نتيجة لتكرار الاستخدام .

٢ - الخواص الطبيعية والكيميائية للمادة المدمصة (المبيدات)

لقد حدد بعض الباحثين العوامل التي تؤثر وتتحكم في إدمصاص المواد العضوية بواسطة الغرويات كإيلي : (١) - الخواص الكيميائية والشكل والترتيب للمبيد - (٢) حموضة أو قاعدية الجزيء - (٣) الذوبان في الماء - (٤) توزيع الشحنات على الكاتيون العضوي - (٥) القطبية - (٦) حجم الجزيء - (٧) الاستقطاب .

Soil reaction

٣ - تفاعلات التربة

وجد أن النظام (الطين - الماء) يؤثر على خواص كل من مادة الادمصاص ، والمادة المدمصة . وتعتمد درجة حموضة محلول التربة درجة تشتت أو تجمع الميـد ، وهذا المـدى كـنتيجة لـفعل وقيمة الـ pH . ولقد وجد أن قيمة وكـمية الادمصاص للمواد العضوية عند اختلاف الصفات الكيميائية للمركب تتوقف على ثلاثة عوامل :

- ١ - درجة حموضة الطين .
- ٢ - درجة الذوبان في الماء .
- ٣ - ثابت التشتت للمادة المدمصة .

Surface acidity

٤ - حموضة السطح

ظل من المعروف لفترة أن نشاط البروتونات (يقاس عن طريق درجة الحموضة) ، وعند أو بالقرب من السطح الغروي (الحموضة في المنطقة بين السطوح) تختلف بشدة عن بعضها البعض . ويعتبر هذا العامل من أهم عوامل ومشتقات التربة أو النظام الغروي المحدد لمدى وطبيعة الادمصاص أو الانفراد للمركبات العضوية ، كما يحدد إمكان حدوث انهيار للمادة الكيميائية الحمضية . وتجدر الإشارة إلى أن الماء في المنطقة بين السطوح يختلف عنه في الماء الكلى . وأهمية منطقة بين السطوح لا تقتصر على تقدير ميكانيكية الادمصاص أو الطاقة التي يمسك الميـد بواسطتها ، ولكنه يحدد كذلك ما إذا كانت المواد العضوية ستتهار أم لا ، مما يؤدي إلى إلقاء الضوء على ثبات المركب في التربة أو سميته فيها ، فقد يكون ناتج انهيار المركب أكثر أو أقل سمية أو ارتباطاً أو ذوباناً من المركب الأصل ، مما يحدد ويؤثر على سريانه وتحركه في الماء الأرضي .

Temperature

٥ - الحرارة

عملية الادمصاص هي عملية خارجية الحرارة Exothermic ، بينما الانفراد عملية داخلية الحرارة Endothermic في طبيعتها ، وأى زيادة في درجة الحرارة من المتوقع أن تؤدي إلى تقليل الادمصاص وزيادة عملية الانفراد . وهذه سترتبط أساساً بإقلال أو إضعاف قوى الجذب بين المحلول والسطح الصلب (وكذلك بين جزيئات المحلول المدمصة المتجلورة) نتيجة لارتفاع درجة الحرارة ، وذلك نتيجة لزيادة درجة ذوبان المادة في المذيب المستخدم .

Electric potential of Clay Surface

٦ - الجهد الكهربى لسطح الطين

هذا العامل يعتبر مسؤولاً عن مختلف الظواهر السطحية التي تحدث على الطين وغيرها من سليكات الألومنيوم .

Nature of formulation

٧ - طبيعة المستحضر

لقد وجد أن كلاً من الكاؤوليت والمونوموروليت يدمص المواد ذات النشاط السطحي Surfactants بدرجة تتوقف على طبيعة هذه المواد ، حيث إن المواد الكاتيونية تدمص بدرجة أكبر من الأنيونية ، فإذا وجدت المواد ذات النشاط السطحي في مستحضرات المبيدات ستؤدى حتماً إلى حدوث بعض حالات التنافس بين المبيد وهذه المواد على المراكز الادمصاصية ، مما يؤثر على التحرك والنشاط الحيوى لهذه المبيدات .

Mechanism of adsorption

تقنية ميكانيكية الادمصاص

وهناك طرق عديدة لتقنيات ادمصاص المواد العضوية قد تحدث منفردة أو مشتركة مع بعضها ، ومنها :

- ١ - الادمصاص الطبيعي ، ويرجع إلى قوى فان ديرفالس .
- ٢ - الارتباط الأيدروجيني .
- ٣ - تكوين المواد المقعدة المرتبطة .
- ٤ - الادمصاص الكيميائي .

وهناك سؤال إذا كانت الرابطة الأيدروجينية تعتبر ادمصاصاً طبيعياً أم كيميائياً . ويلاحظ أن الادمصاص الكيميائي يتم بواسطة أربع طرق ، وهى : التبادل الأيونى ، أو انتقال البروتونات على السطح الغروى ، أو انتقال البروتونات فى الوسط السائل (المحلول) ، أو تكوين البروتونات .

٣ - حركة المبيدات فى التربة والعوامل المؤثرة عليها

Movement of pesticides in soil

تؤثر حركة المبيدات العضوية فى التربة على فعاليتها وثباتها ومدى تلويثها للأرض المجاورة والماء والهواء . ويحدث التحرك إما على صورة محلول ، أو على صورة انتقال لجزيئات التربة المدمص على سطحها المبيد ، أو بانتقال أبخرة المركب .. وستنقصر مناقشتنا على تحرك المواد غير المتطايرة والانتشار والانتقال عند معاملة هذه المركبات على سطح التربة . وعامل التحرك من أهم العوامل التى تجب دراستها قبل التوصية باستخدام مبيدات التربة لعلاقته المباشرة بمدى صلاحية المستحضر المستخدم لتحقيق هدف توصيل المادة الفعالة لمكان التأثير .

Sub surface movement

التحرك تحت السطح

المبيدات التى تصل إلى التربة تتحرك أو تتسرب فى الاتجاه الرأسى فى منطقة الهواء التى تعلو الماء . ويحدث التحرك الجانبي أو الأفقى عندما تصل المبيدات إلى منطقة تشبع الماء ، أو بالقرب من الأراضي الجافة نسبياً أو المبتلة ، كما أنه يحدث تحرك جانبي للمادة فى الأراضي الجافة . وقد يحدث تحرك للماء والمبيد لأعلى upward ، تماماً كما يحدث لأسفل Downward عند حدوث جفاف لسطح

التربة . والرى تحت السطح Sub-irrigation هو المثال العملى لهذه الحالة . وتتابع حلقات الرطوبة والجفاف طبيعياً فى التربة يؤدى إلى تمائل وتجانس توزيع المبيدات المتحركة ، وهذا قد يفسر ظاهرة حدوث حركة للمبيد فى اختبارات المعمل ، بينما لا يحدث ذلك لنفس المبيد فى اختبارات الحقل . وتحرك المبيدات وفقاً لصفة الذوبان فى الماء أو بالانتشار .

Surface movement

التحرك السطحي

ويحدث فقد المبيد من على سطح التربة كنتيجة للتطاير بواسطة الماء أو الرياح . وتعتبر الطبيعة الطبوغرافية والنفاذية والترسيب من أهم العوامل المتحركة فى هذا السيل . وعلى سبيل المثال .. يحدث ترسيب كبير فى الأرض ذات النفاذية القليلة ، مثل التى تحتوى على محتوى طينى عال ، وتؤدى بالتالى إلى حدوث الانسياب . ومن هنا ، فإنه من المحتمل أن تظهر آثار المبيدات فى الأنهار والجداول بعد حدوث العواصف ، وهذا يتوقف على مدى الانتشار ، وكذلك قوة العاصفة ، وقرب النهر أو الجدول المائى . والأرض ذات الطبيعة الطبوغرافية المنحدرة أو الميتلة تشجع حدوث الفقد عن طريق السريان ، وكلما ازداد تأكل التربة وتفتتها تبعاً لذلك ، قل عدم الترشيح ، وبالتالي تزداد الحركة بصورة مباشرة على جزيئات التربة .

ويمكن معرفة بعض العوامل المؤثرة على التحرك السطحي من الملاحظات الآتية : ظهور مخلفات المبيد ذى الدرجة المتوسطة من الثبات والحركة على فترات بعد العواصف والأمطار فى الجداول والأنهار .

العوامل المؤثر على حركة المبيدات فى التربة

Adsorption

١ - الامصاص

الادمصاص سواء أكان عن طريق انجذاب أم طرد المادة على السطح ، فمن المحتمل أن يكون أهم عامل مؤثر على سلوك المبيدات بكافة أنواعها . والمدى والمعدل الذى يدمص أو ينفرد عنده المبيد لابد أن يحدد التأثير السام للمركب ، ودرجة انبهاره بواسطة الميكروبات ، وحدود التطاير والانحلال الضوء كيميائى ، وكذلك معدل تسربه فى التربة . وتحرك المبيدات فى التربة يرتبط سلباً بمعدل الادمصاص ، وخاصة مع المركبات الفوسفورية العضوية ومبيدات الحشائش غير الحامضية بالرغم من أن واحداً أو أكثر من مشتقات التربة ، مثل : المحتوى العضوى ، ومحتوى الطين ، وسعة تبادل الكاتيونات ، ترتبط ارتباطاً موجباً مع معدل الادمصاص . وهذه المشتقات - من جهة أخرى - قد ترتبط سلباً مع درجة التسرب Leaching .

وكما أن المادة العضوية تلعب دوراً كبيراً فى الادمصاص ، إلا أنها ذات تأثير كبير جداً فى منع حدوث التسرب ، وهنا واضح من قلة تحرك المبيدات فى الأرض الطينية الثقيلة ، أو تلك الغنية بالمواد العضوية ، بينما يكون معدل التحرك كبيراً فى الأرض الخفيفة . ولقد ثبتت أهمية عامل حموضة التربة وطبيعة المادة الكيميائية فى هذا الخصوص .

Solability

٢ - ذوبان المركب

ذوبان المركب كعامل ذى أثر كبير على تحرك المبيدات سيظل غير محدد بوضوح . ومن الناحية النظرية .. فإنه يحدد قدرة المركب على الانتشار في الماء المناسب في التربة . ولقد وجد بعض الباحثين وجود ارتباط سلبى قوى بين الذوبان والادمصاص على الكربون لسبعة عشر مركباً من مشتقات حامض الكلوروفينوكسى .

Flow rate and amount

٣ - معدل وكمية الانسياب

ثبت أن استخدم كميات ماء إضافية مع المبيد غير المتحرك لم يؤد إلى إحداث أثر محسوس في تغيير معدل تحركه وتسربه في التربة . وعلى العكس من ذلك .. فإن كمية الماء المضافة لزيادة التحرك تؤثر بالتالى على العمق الذى سيتزل إليه المبيد .

ولقد ثبت من الدراسات المختلفة أن إضافة الماء تؤدي إلى تعقيدات واضحة عند مقارنة أثر الرطوبة الحقيقية للتربة ، وتلك الناتجة من إضافة الماء . ولقد كان تحرك مبيد الدايكامبا كبيراً في التربة السلتية الطينية عندما يكون الماء ٠,٢٥ بوصة ، عنها لو كان أزيد بمقدار بوصة . ويزداد معدل تحرك كثير من المبيدات في التربة الرملية النقية كلما ازدادت كمية الماء المضافة . ولقد وجد أن المبيدات المختلفة ، وخاصة مبيدات الحشائش الحامضية المستخدمة مباشرة للتربة ، تتوزع لأعماق كبيرة لو كانت التربة رطبة في البداية ، عنها لو كانت جافة .

Formulation

٤ - مستحضر المبيد

تحدد الصورة المستخدمة من المبيد (المستحضر) - إلى حد كبير - مدى تحرك هذا المبيد في التربة الزراعية . ولقد وجد أن تحرك المبيد يزداد بتجهيز المبيد محبباً محملاً على مادة شديدة التفرق أو التشتت ، مثل : كبريتات الألومنيوم ، وكلوريد الحديدك ، وحامض الكبريتك ، وكذلك تعطى الأحماض العضوية غير الذائبة في الماء أو الصابون الأمنى المتطايير الاتجاه المعاكس على تحرك المبيد ، مما يزيد من الأثر الباقي الإبادة عن طريق زيادة التركيز على سطح التربة تحت الظروف الرطبة .

Rate of pesticide application

٥ - معدل استخدام المبيد

درس Harety سنة ١٩٦٤ تسرب مبيد السيمازين عند استخدامه بمعدلين في تربة بدون أى مقدرة ادمصاص ، وذات ٢٠٪ مسام ، فعندما استخدم بمعدل رطل واحد للفدان ، فإن بوصة واحدة من المطر تكون قادرة على إذابة كل المبيد ، ونتيجة لذلك .. نجد حزام البوصات الخمس العليا مشبعة كلية بالسيمازين . ولقد أدت زيادة كمية المطر إلى تحرك السيمازين في حزام باتساع خمس بوصات . وعندما ازداد معدل الاستخدام إلى ١٠ أرطال/ فدان أذيت عشرة بوصات كلية ، وأعطت حزاماً من السيمازين باتساع ٥٠ بوصة . ويمكن القول إن زيادة معدل استخدام المبيد تؤدي إلى زيادة درجة تحركها في التربة .

لم يدخل في الحسبان عامل الانهيار وأثره على تحرك المبيدات في التربة في كثير من الأبحاث التي أجريت في المعمل ، ولو أنه من المحتمل أن يكون أثره عن طريق تقليل كمية المبيد التي تصل إلى أعماق التربة ، مع افتراض استخدام معدلات طبيعية ، وذلك في ظروف رشع عادية . ولقد تناول هذه المشكلة كثير من العلماء الذين قاموا برسم منحنيات نظرية توضح العلاقة بين التركيز والعمق بإدخال نصف فترة الحياة كأساس لدراسة هذه العلاقة . ولقد وجد أن نصف فترة الحياة لمبيد السيمازين كانت ٤٠ يوماً على درجة حموضة ٥.٢ . وفي الحقل نجد أن الانهيار الكيميائي قد يشترك مع الادمصاص الكبير ، ويؤدي إلى تثبيط ومنع تسرب وتحرك المبيد . وعلى العكس .. فإن الجفاف يقلل من انهيار المركب ، شأنه في ذلك شأن الأرض الجيرية ، وبالتالي يزيد من تحرك المبيد في الأرض الجيرية ، عنها في الأرض غير الجيرية .

٧ - خواص التربة الطبيعية وأثرها على تحرك المبيدات

Role of physical properties of soil on pesticide movement

ظهر من دراسات كثير من الباحثين على مختلف المبيدات أنها تتحرك وتتسرب بدرجة كبيرة في الأراضي الخفيفة ، عنها في الأراضي الثقيلة ، وهذا يدل على أن قوام وتركيب التربة من العوامل الهامة جداً في التأثير على تسرب وتحرك المبيدات بها . ويوجد أربعة أسس رئيسة خاصة بانتقال المبيدات في التربة ، وهي :

١ - الانتشار في الفراغات الهوائية الموجودة في التربة .

٢ - الانتشار في ماء التربة .

٣ - الانسياب لأسفل مع ماء التربة .

٤ - التحرك لأعلى مع ماء التربة .

تحرك المبيد عن طريق الانتشار خلال التربة والفجوات الهوائية بها من أهم العوامل ، وخاصة مع المبيدات ذات الضغط البخاري المرتفع ، مثل المدخنات . ولقد وجد أن ثقب أو مسام التربة من أهم العوامل التي تؤثر على انتشار المدخنات . والتحريك بواسطة الانتشار مع الهواء يحتمل أن يكون أكثر أهمية من الانسياب لأسفل مع الماء ، وخاصة مع المبيدات ذات التطاير العالي . أما مع المبيدات غير المتطايرة ، أو ذات الضغط البخاري المنخفض ، فإنه يلزم بضع سنين حتى يمكن أن يتحرك ١٪ فقط من تركيز المبيد المستخدم على السطح لعمق قدمين في الأرض الرطبة . وهذا يدل على أن الانسياب مع الماء هو العامل الأساسي لتحرك هذه المبيدات .

والتحرك لأعلى قد يصبح عاملاً محدداً لسلوك المبيدات في التربة ، خاصة في المناطق المروية ، والتي تكون فيها النسبة بين البخار والرشع عالية ، حيث إنها تؤثر على تحرك وثبات هذه المبيدات في

التربة . ويرجع التحرك العلوى إلى ذوبان المييد في أنابيب الماء الشعرية المناسبة . ولقد وجد أن العوامل الجوية ذات أهمية كبيرة ، بالإضافة إلى كمية المطر الكلى في تحديد تحرك مييدات الخشائش في التربة . ولقد حدد كذلك أن التحرك الأفقى للمييدات ينتج من التحرك الأفقى لأنابيب الماء الشعرية تحت ظروف رى المخطوط .

ويؤثر حجم المسام وتوزيعها على معدل دخول وتحرك الماء خلال التربة ، وهذه تؤثر بالتالى على انتشار الحزم الخاصة بمقدمة المييد المتحرك لأسفل . ولقد وجد أن طبيعة التركيز في هذه الحزمة التى تصل إلى ماء التربة ذات أهمية كبيرة من الناحية البيولوجية . ويؤثر معدل تحرك الماء على طبيعة الاتزان بين المييد الموجود في المهلول ، وذلك على سطوح الغرويات .

٤ - معدل ثبات المييدات في التربة الزراعية والعوامل المؤثرة عليه

من المعروف أن المييدات تترك مخلفات Residues بعد استخدامها في التربة لمدة تتوقف على نوع المييد نفسه ، وكذلك صفات التربة الطبيعية ، والكيميائية ، والظروف السائدة . وهذه المخلفات قد تكون ضارة في بعض الأراضي ، وتحت بعض الظروف البيئية . ومن هنا تتأثر النباتات الحساسة إذا زرعت في الموسم التالى لاستخدام المييد . ومن الجدير بالذكر أن المخلفات لابد أن تكون فعالة حتى يتسنى القضاء على الآفة (حشرية أو حيوانية أو حشائش) ، كما تقيد في تعقيم التربة . وبدون فعالية ونشاط هذه المخلفات ، فإنه يلزم استخدام مييدات أقل ثباتاً في التربة ، مما يؤدى إلى زيادة تكاليف عملية المكافحة .

وتظهر المييدات درجات مختلفة من الثبات في التربة ، حيث يرتبط الثبات بالتركيب الكيميائى للمييد . ويتوقف معدل اختفاء المييد Disappearance على كثير من العوامل البيئية والأرضية . والمييدات التى ثبت حدوث ثبات لها في التربة تخلق كثيراً من المشاكل ، وبالتالي لابد من إيجاد الحلول المناسبة للتغلب على هذه المشكلة . ويعتبر الحل الأقرب إلى الصحة هو تبادى زراعة المحاصيل الحساسة في الأراضي التى عوملت من قبل بالمبيد الثابت . ولقد وضع كثير من العوامل التى تؤثر على معدل ثبات المييدات في التربة ، مثل : حموضة التربة ، وقوام التربة ، والمادة العضوية والكاتيونات البادلية ، والكاتيونات الأحادية التكافؤ أو غيرها من المعادن ، والتفاعلات الكيميائية ، والتحليل الميكانيكى ، كما أن العوامل البيئية ، مثل : الحرارة ، والرطوبة ، وتسرب المييد ، وأشعة وضوء الشمس ، والنشاط الميكروئى ، ونمو النباتات في غاية الأهمية ، كما أن الخواص الطبيعية والكيميائية للمبيد تحدد مدى استجابته للعوامل السابقة .

ويجب أن يكون واضحاً في الأذهان أنه تحت الظروف العادية في الزراعة ، فإن معظم أو كل عوامل التربة والعوامل الجوية ليست في متناول الإنسان لتعديلها أو التحكم فيها ، ومن هنا فإن المقصود من دراسة هذا الجزء إلقاء الضوء على الصورة الصحيحة لثبات ونشاط المييدات في الأرض

الموضوعية تحت تصرفنا ، والتي يمكننا التحكم فيها - إلى حد ما - ومن هنا يتضح أنه من الصعب تحقيق فعالية ١٠٠٪ للمبيد .

ومن الضروري عند استخدام أى مبيد في التربة أن يكون فعالاً وبدرجة مرضية على الآفة المراد القضاء عليها ، دون الإضرار بالتربة أو النبات القائم فيها ، وأن يكون على درجة ثبات معينة تكفي لإحداث الأثر المطلوب ، ثم يخفى أو تقل كميته بدرجة غير مؤثرة على المحاصيل التالية ، وهذا ينعكس في تعبير الثبات النسبي *Relative Stability* ، كما يجب أن يخفى المركب بسرعة قبل إحداث التأثير .

ومستكمل بإيجاز عن أهم العوامل المؤثرة على معدل ثبات المبيدات في التربة فيما يلي

١ - العلاقة بين التركيب الكيميائي للمركب ومعدل الثبات في التربة

إذا نظرنا إلى مبيدات الحشائش من مجموعة الـ *Triazine* لوجدنا أن المركبات التي تحتوي على مجموعات ميثوكسى على حلقة البنزين أكثر ثباتاً من تلك التي تحتوي على الكلور أو الميثيل ثيو . ولقد درس زبدان سنة ١٩٦٩ تأثير الطبيعة الكيميائية للمبيد وجرعته المستخدمة ، وكذلك فترة التعريض على معدل الثبات في التربة . ولقد اتضح من النتائج المحصل عليها أن معدل الثبات يختلف تبعاً لنوع وطبيعة المبيد الكيميائية . ولقد تأكدت هذه الحقيقة أكثر على الفترات القصيرة (الأسبوع الأول من المعاملة) ... ولقد وجد أن المبيد الكلورينى الهبتاكلور *Heptachlor* ، هو أكثر المبيدات ثباتاً ، حيث كانت انهاره بسيطة للغاية ، أما المبيد الكارباماتى السيفين *Sevin* فقد أظهر انهياراً بطيئاً وتدرجياً . ولقد كانت المبيدات الفوسفورية *Thiocron* ، و *Di-syston* ، والتميك *Temik* الكارباماتى من أقل المبيدات المستخدمة من حيث درجة ثباتها في التربة ، أما على الفترات الطويلة ، فقد أظهرت المبيدات معدلات انهيار أكبر وبدرجات متفاوتة ، فكان الهبتاكلور أكثرها ثباتاً ، وانهيار ببطء وتدرجياً ، وكذلك السيفين ، أما التيميك والذى سيستون ، فقد أظهر معدلات انهيار سريعة ، حيث اختفى ٨٥٪ من الكمية الأصلية المستخدمة بعد ثلاثة أشهر وبالنسبة لمبيد الثيوكرون ، فقد كان أسرعها انهياراً وأقلها ثباتاً ، حيث اختفى تماماً في نهاية الشهر الأول .

٢ - تأثير نوع التربة على معدل ثبات المبيدات

من الأمور المؤكدة اختلاف درجة ثبات المبيدات تبعاً لنوع التربة ، حيث كانت النسبة المئوية لخلفات المبيدات في الأرض الرملية أكبر منها في الأرض الطينية بعد ثلاثة وستة وإحدى عشر شهراً من المعاملة ، وكذلك كانت فعالية وسمية المبيدات أعلى في الأرض الرملية . ويلزم عند إجراء دراسات عن أثر نوع التربة على السلوك المبيدات أن يتم تنفيذها في الحقل تحت ظروف وأماكن متباعدة

طبيعياً ، منعاً للتداخل ، وهذا نادراً ما يحدث . وعلى هذا الأساس ، فإنه من الصعب إلقاء الضوء على تأثير نوع التربة على الثبات في التجارب الحقلية ، نظراً للتأثيرات المعقدة للغطس ، وخاصة الأمطار والحرارة . ويمكن إجراء مثل هذه الدراسات تحت الظروف المعملية ، أو في الصوبات الزجاجية .

ولإيجاد العلاقة بين نوع التربة ومعدل الثبات يلزم التحكم أو تثبيت عوامل التربة ، مثل .. حرارة ورطوبة التربة ، وغير ذلك من العوامل البيئية المختلفة . وعلى سبيل المثال .. فقد وجد أن فقد السيمازين من التربة يكون كبيراً في الأراضي ذات درجات الحموضة العالية ، عنها في الأرض المتعادلة . وتزيد المواد العضوية من انسياب المركبات ، كما أن ادمصاص بعض المبيدات على سطح التربة قد يحميها من الانسياب والتحلل ، بينما في بعض المبيدات الأخرى قد يساعد على تحللها مائياً . وتحدد الظروف والعوامل البيئية عموماً - إلى حد كبير - معدل اختفاء المبيدات . ومعظم الاختلافات في معدل الثبات نتيجة للعوامل الجوية وتغيراتها يكون أساساً نتيجة لفعل عامل الحرارة والرطوبة .

ولقد درس زيدان سنة ١٩٦٩ تأثير نوع التربة على معدل ثبات خمس أنواع من المبيدات بجرعات مختلفة . وقد وجد أن ثبات المبيدات يختلف اختلافاً كبيراً تبعاً لنوع التربة ، حيث كان المعدل كبيراً في الأرض الرملية ، عنه في الأراضي الطينية ، وخاصة مع التركيزات المنخفضة من المبيدات ، حيث أدت زيادة الجرعة إلى زيادة معدل الثبات ، وهذا كان واضحاً جداً في الفترات الطويلة .

٣ - تأثير العوامل الجوية على معدل ثبات المبيدات

يؤثر الطقس والعوامل الجوية على معدل اختفاء المبيدات من التربة عن طريق تأثيرها على التطاير والإزالة السطحية والتحرك للطبقات السفلى من التربة . وتقلل هذه العمليات من مخلفات المبيد في التربة . كما تؤثر على الانسياب الصوتي والبيولوجي وغير البيولوجي ، حيث إن الانسياب الميكروبي يعتمد على ظروف مناسبة من الحرارة والرطوبة ، وكذلك يبدو أن الانسياب غير البيولوجي يتوقف على الحرارة والرطوبة أيضاً .

ولقد قارن بعض الباحثين تأثير إضافة الماء بثلاث طرق مختلفة على معدل ثبات الانترازين . ولقد وجد أن معدل الثبات كان كبيراً في الأرض التي رويت للسعة الحقلية مرة كل أسبوع ، بينما كان الثبات متوسطاً في الأرض التي رويت للسعة الحقلية كل ٣,٥ أيام ، بينما كان الثبات قليلاً جداً في الأرض التي تروى يومياً . وتؤثر رطوبة التربة على نشاط الكائنات الدقيقة في التربة التي تحلل المبيدات . وتعتبر الرطوبة الملائمة ذات تأثير ملحوظ على الانسياب ، بينما يؤخر تتابع زيادتها عملية الانسياب بواسطة الميكروبات الهوائية ، بينما تزيد من عملية التحلل بواسطة الميكروبات اللاهوائية . ويكون الانسياب غير البيولوجي قليلاً وبطيئاً في الأراضي الجافة .

ولقد درس زيدان سنة ١٩٦٩ تأثير حرارة ورطوبة التربة على معدل انبهار الدايستون ، والتميك ، والسيفين ، والمبتاكلور . ووجد أنه كلما زادت درجة الحرارة ، ازداد معدل انبهار المبيدات ، وبالتالي ازدادت سرعة اختفائها من التربة ، وهذا يتوقف على طبيعة ونوع المبيد المستخدم . وأظهرت النتائج الخاصة بتأثير الرطوبة أن المبيدات المستعملة كانت أكثر ثباتاً في الأرض الجافة ، تليها الأرض الدائمة الابتلال المغطاة ، وأقلها ثباتاً في الأرض الرطبة غير المغطاة مما يدل على أن التحلل المائي ليس هو العامل الأساسي المحدد لانبهار المبيدات في التربة .

٤ - تأثير الامتصاص بواسطة النبات على معدل ثبات المبيدات في التربة

الامتصاص بواسطة النبات وتتابع عمليات التمثيل المختلفة أو بإزالة المحصول المزروع عند الحصاد قد تكون من العوامل التي تؤثر على معدل اختفاء المبيدات من التربة ، وهذا افتراض منطقي ، ولو أن هذا الطريق لإزالة وانبهار المبيدات لم يلق العناية الكافية في الدراسة والبحث كغيره من الطرق والعوامل الأخرى .

وعلاوة على التأثير المباشر لامتصاص المبيدات بواسطة النبات على انبهارها ، فإن هناك تأثيرات غير مباشرة ، مثل : التظليل ، والنشاط الميكروبي ، والري ، والصرف الموجود في التربة المزروعة ، والتي تؤدي إلى قلة انبهار وتحلل المبيدات . وبعض هذه العوامل تزيد من الانبهار ، بينما البعض الآخر يقلل من حدوثه .

وهذا العامل منطقي من حيث تأثيره على الفقد ، فقد سبق القول إن مبيدات التربة سواء أكانت مبيدات حشائش أم مبيدات حشرية ستلوث ذوباناً نسبياً عند الري بواسطة الماء ، ثم يصبح جزء منها في صورة حرة ، وهي التي سيحدث لها مختلف الظواهر في التربة ، فجزء منها سيدمض على السطح ، وجزء سيتحرك أفقياً ورأسياً ، وجزء سيتحلل بواسطة جزيئات التربة نفسها ، وآخر بواسطة كائنات التربة الحية ، وجزء سيمتص بواسطة الشعيرات الجذرية ، وينتقل في العصارة ، ويصعد لأعلى في الأوراق ، ويمثل ويتحول لمركبات أخرى قد تكون أقل سمية أو أكثر سمية ، وهو بالتالي ينقص من الكمية الموجودة في التربة ، ويعتبر مفقوداً عندما تحلل التربة نفسها . وهي نقطة بحاجة لدراسة مستفيضة على مبيدات الحشائش بصفة خاصة ...

٥ - تأثير نوع مستحضر المبيد على معدل الثبات في التربة

وجد كثير من الباحثين أن معدل ثبات الاترازين كان كبيراً في التربة عندما استخدم على الصورة الحبيبة ، عما لو كان على صورة مسحوق قابل للبلل يكون معلقاً في الماء ، بينما في بعض التجارب الأخرى لم تظهر الفروق بين الصورتين بوضوح .

ولقد استخدمت مستحلبات الزيت في الماء كإداة حاملة لمبيد الاترازين عندما استخدم بعد الإنبات بواسطة كثير من الباحثين . وأثير كثير من الأسئلة حول تأثير الزيت على معدل ثبات المبيد .

ولقد ظهر أنه يحتمل أن تقل المشاكل الناجمة من المخلفات في التربة إذا استخدمت مخاليط الماء والزيت كإداة حاملة ، عما لو استخدم الماء وحده . وهذه نقطة تستحق الدراسة على المبيدات الحشرية المستخدمة في التربة تحت الظروف المصرية .

٦ - الثبات على الأعماق المختلفة في التربة

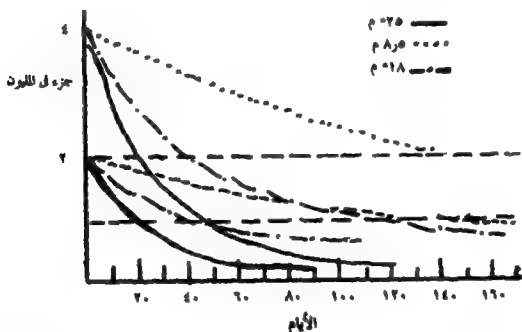
ثبت أن وضع مبيدات الحشائش تحت سطح التربة يزيد من فعاليتها ، وهذا يمكن تفسيره على أساس زيادة معدل ثبات المواد الفعالة من المبيد في التربة عند معاملته تحت السطح ، عنه لو استعمل على السطح نفسه .

ولقد أدى وجود مخلفات مبيدات الحشائش من مجموعة الـ Triazine تحت طبقة الحرث إلى ظهور العديد من التساؤلات حول مدى اختفاء وانهار هذه المبيدات تحت الظروف الموجودة في هذه الأعماق .

Disappearance Curves

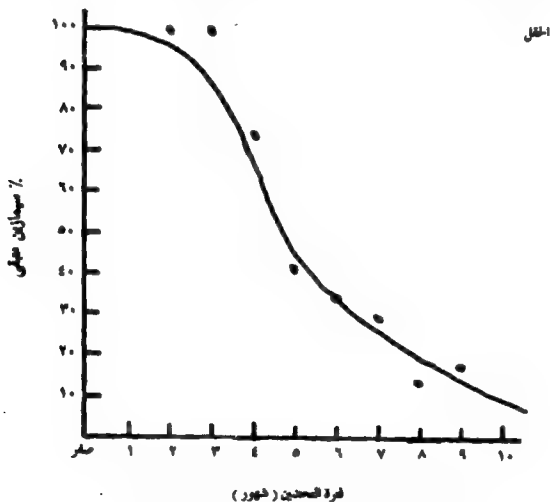
منحنيات الاختفاء

يعتبر اختفاء المبيدات في التربة من التفاعلات الأولى First reaction ، حيث يتناسب معدل الفقد طردياً مع التركيز . وأول من رسم منحنيات الاختفاء هو Burschel سنة ١٩٦١ ، وهي توضح العلاقة بين المخلفات والوقت ، كما في الشكل (٢ - ٤) .



شكل (٢ - ٤) : إنهار مركب السيمازين بتأثير درجات الحرارة في الأرض المصرية على ١٠٪ مادة عضوية

وعلى العكس من هذه النتائج ، فإن المنحنى الذى تحصل عليه Biernside وآخرون سنة ١٩٦١ أظهر أنه يتكون من ثلاث مراحل Phases شكل (٢ - ٥) الأولى تعرف باسم Lag phase ، وفيها لا يحدث أى فقد محسوس ، وهذه تكون متبوعة بالانحلال السريع . وفيها يتناقص تركيز المبيد بسرعة ، أما المرحلة لثالثة ، فيحدث فيها انهيار بطيء ، وبمعدلات متقاربة . وهناك كثير من الباحثين حصلوا على المرحلة الأولى ، وهى ترجع إلى احتياج الكائنات الدقيقة التى تقوم بتحليل المبيدات إلى عملية تكيف . وربما تحدث هذه المرحلة فى الحقل نتيجة لظروف غير ملائمة تؤثر على مختلف العمليات الأخرى . ولقد وجد كثير من الباحثين أنه عند تمثيل العلاقة بين الكميات المتبقية والزمن لم تحدث هذه المرحلة Lag ، حيث حدث انهيار سريع جدًا بدون هذه المرحلة ، حيث كانت الكمية المتبقية فى العينة الأولى أقل من ٥٠ ٪ . ويبدو أن التطاير وكذلك التحول غير الميكروبي يؤدها إلى فقد كبير ومؤكد للمبيدات من التربة ، وهذا يمنع ظهور هذه المرحلة فى منحنىات السمية والاختفاء ، وكذلك عند حدوث عملية التكيف للكائنات الدقيقة . ويبدو أن هذه المرحلة تعتبر استثناءً وليست قاعدة ، حيث وجد معظم الباحثين انحلالاً سريعاً جدًا بعد المعاملة مباشرة ، واستمر بعد ذلك نتيجة لظروف جوية معاكسة تحت ظروف الحقل .



شكل (٢ - ٥) : إنبهار مبيد السيمالين فى الأرض غير المعقمة .

رابعاً : تأثير مبيدات التربة على الكائنات الدقيقة

ينقسم المشتغلون في مجال وقاية النباتات إلى فريقين عند تناول موضوع أثر المبيدات على انكثبات الدقيقة في التربة ، حيث يعتقد الكثيرون أن المبيدات لا تؤثر بدرجة خطيرة في هذا المجال من منطلق رؤية ضيقة لمكونات التربة ، بينما يرى البعض خطورة وصول المبيدات للتربة على الاتزان الموجود بين مكوناتها الطبيعية والكيميائية والبيولوجية من منطلق الارتباط المباشر بين هذه المكونات والخصوبة والإنتاجية في النهاية ، وهى الهدف الرئيس والمنشود لجميع الفئات العاملة في مجال المبيدات والزراعة وغيرها .. وتؤكد دراسة الآثار الجانبية للمبيدات على الأراضي الزراعية قدرة وعظمة الخلل سببانه وتعالى ، حيث يحدث خلل في التوازن الموجود في البداية ، ويستمر لفترات تقصر أو تطول حسب نوع المبيد والعوامل السائدة الأخرى ، وبعد ذلك تعود التربة لحالات الاتزان مرة أخرى ... وخطورة الموضوع أن المبيد قد يوجه للوقاية أو القضاء على آفة معينة ، وقد يحقق هذا الهدف - ونجاح كبير - وفي المقابل تحدث تأثيرات غير مطلوبة ، كأن تحدث زيادة في تعداد آفة غير مستهدفة ، مما يعقد من المشكلة .

وفي إحدى الدراسات التى أجريت بكلية الزراعة - جامعة عين شمس^٤ - اتضحت أهمية نوع المبيد وتركيزه ، وكذا فترة مابعد المعاملة في تحديد ثبات المبيدات الفوسفورية التى استخدمت في الدراسة . ولقد أدت معاملة التربة بمبيدات الدورسيان والجاردونا إلى تنشيط نشاط الميكروبات بوجه عام ومثبتات النيتروجين الهوائية واللاهوائية ، وكذا بكتيريا التآزرت ، مما يؤثر بالتالى على خصوبة التربة . ولقد أدت المبيدات الفوسفورية كذلك إلى زيادة مجموعة الفطريات ، خاصة مع الجاردونا ، والكوراكرون ، والسيولين . وبالإضافة إلى ماسبق .. أثرت المبيدات على الأملاح الذاتية ، خاصة الكاتيونات ، والأنيونات ، مثل : الكالسيوم ، والمغنسيوم ، والصوديوم ، والبوتاسيوم بدرجات متفاوتة تبعاً لنوع المبيد وعدد المعاملات . ولقد قسمت المبيدات التى تناولتها الدراسة إلى مجموعتين تبعاً للدرجة التأثير الأولى على تبادل الكاتيونات والأنيونات في التربة الأولى تشمل النوفاكرون ، والسيولين ، والتمارون ، والتى سببت خللاً كبيراً في هذه المكونات ، والثانية تشمل الكوراكرون ، والدورسيان ، والجاردونا والتى سببت تأثيراً بسيطاً أو معدوماً .

وفي دراسات أخرى عن دور الميكروبات في تحليل المبيدات اتضح أن نمو البكتيريا والخميرة في البيئات المعاملة بالمبيدات يتوقف على نوع المبيد والتركيز المضاف . ولقد تحمل الدورسيان بدرجة كبيرة بواسطة البكتيريا *Micrococcus* ، بينما كان تدهور الكوراكرون بسيطاً بواسطة الميكروكوكس *Micrococcus* . وتشير بقية النتائج إلى أهمية تحديد نوع الميكروب المسئول عن تدهور كل مبيد يضاف إلى التربة ، حتى يمكن استخدامه في حالات التخلص من تلوث التربة الخطيرة نتيجة للإفراط في الاستخدام . ولقد ثبت من الدراسة كذلك أن أهم الفطريات التى تم عزلها من التربة المعاملة بالمبيدات الفوسفورية هى : الإسبرجيلس ، وانيسيليوم من بين ١١٤ سلالة من افطريات . ولقد

وجد أن هذين الجنسين يستطيعان النمو عند كل التركيزات المختبرة من كل من القمارون ، والدورسيان ، والجاردونا ، ويقال النمو تدريجيًا بزيادة تركيزات المبيدات الأخرى . وأوضحت الدراسة أن هذين الجنسين يقومان بتحليل جزء كبير من الدورسيان والجاردونا ، وذلك بعد ٤ أيام من التحضير على درجة ٢٥ م° . وهذا البحث يوضح أهمية الفطريات في تحليل بعض المبيدات التي تضاف إلى التربة ، مقللة بذلك تأثيرها السام على بعض الميكروبات الهامة في التربة الزراعية .

أثر المبيدات على التعداد الكلي للكائنات الدقيقة

في دراسة عن أثر المبيدات على التعداد الكلي للكائنات الدقيقة في التربة اتضح أن التأثير يتوقف على الطبيعة الكيميائية للمبيدات ، وكذا حساسية الكائنات الدقيقة . ولقد أدى القمارون والسيولون إلى تنشيط كل الميكروبات المختبرة ، بينما أظهر الكوراكرون تأثيرًا تثبيطيًا عليها جميعًا . أما المونوكروتوفوس ، فقد سبب زيادة نمو مجموعة الفطريات فقط ، وكذلك اتضح أن الكثافة العددية للاكتينوميسيتس ، الفطريات ، ومحللات السليلوز اللاهوائية تزداد تدريجيًا في الأراضي المعاملة بالمبيدات ، بينما سجل نقصًا واضحًا في تعداد الخميرة ومحللات السليلوز الهوائية .

وقد أحدثت جميع المبيدات المختبرة تأثيرات ضارة على البكتيريا المثبتة للنيتروجين ، وكذلك البكتيريا العقدية ، خاصة خلال الأسابيع الأربعة الأولى من المعاملة .

ولقد اتضح مدى خطورة الإسراف في استخدام مبيدات الحشائش في التربة ، حيث إن عملية تبادل الكاتيونات في مستخلص التربة (١ : ٢٠) تأثرت بدرجة كبيرة بمبيد الجراماكسون ، بينما لم يحدث الكوتوران أية تأثيرات تذكر . وكلما زاد تركيز البواكوات ، ازداد تبادله مع الكاتيونات المنروسة بدرجة كبيرة ازدادت بمضي الوقت بعد المعاملة .

ولقد أجرى العديد من الدراسات على تأثير مبيدات الحشائش على النشاط الكلي للميكروبات في التربة ، والذي يقاس بمعدل انفراد ثاني أكسيد الكربون . وعندما أضيف ميد السيمالزين بمعدل ٣٠٠ كجم/هكتار ، كان معدل انفراد ك_٢ = ٢٦٤ بعد عشرة أيام في مقابل ٢٥٩ في الأرض غير المعاملة . وحدث نفس الشيء عندما أضيف ميد التريبازين بمعدل ٨١٠٠ جزء في المليون ، وسجل العكس في تجارب أخرى ، حيث حدث نقص في معدل انفراد ك_٢ بعد إضافة ١٠٠ جزء في المليون إلى التربة . ومن الملاحظ أن التأثير التثبيطي لم يتم سوى ٢٨ يومًا ، ثم عادت الميكروبات إلى نشاطها العادي ، وذلك بعد المعاملة بالمونيورون ، والديورون وغيرها من مركبات اليوريا . وفي تجربة واحدة استمر خفض التعداد لمدة ٥٥ يومًا . ويرى المؤلفون أن نوع التربة يلعب دورًا هامًا في هذا الخصوص ، حيث يحدث النقص - وبوضوح - في الأرض الغنية بالمواد العضوية ، ولو أن معدل الخفض لا يرتبط بمستوى المادة العضوية .

وبالنسبة للتأثير على الطحالب وجد الباحثان « كايذر ، رير » عام ١٩٦٦ أن عدد الطحالب حول جنور الذرة المزروع في وسط مائي عومل بجمعة كبيرة من الاترازين نقص بشدة ووصل إلى ١٥٠٠ ، بينما بلغ التعداد غير المعامل ٢٥٠٠,٠٠٠ (ربع مليون) ، ومن ثم يمكن استخدام بعض الطحالب لقياس مدى تلوث التربة بمبيدات الحشائش ، نظرًا لشدة حساسيتها ، بالمقارنة مع الطرق الكيميائية وغيرها من الكائنات الحية الأخرى . وفي التربة الغنية بالمواد العضوية يكون معدل خفض التعداد أقل من تلك الفقيرة في المواد العضوية . ويمكن تفسير ذلك بادمصاص وقد كمة كبيرة من المبيدات في الوسط الغنى بالمواد العضوية .

ولقد أجريت تجارب عديدة على تأثير مبيدات الحشائش على الفطريات ، وأعطت نتائج متباينة ، حيث أعطت ٦ تجارب تأثيرًا تشبهيًا (زيادة عدد الفطريات) ، بينما أعطت ثلثي تجارب تأثيرًا تشبهيًا (نقص التعداد) ومن الثابت ضرورة تقدير التعداد لفترات طويلة حيث تحدث الزيادة أو النقص بعد ١٠ - ١٥ شهرًا من المعاملة . وقد تحدث زيادة بعد خمسة أشهر من حدوث النقص في تعداد الفطريات . وجميع الباحثين وجدوا عودة للتعداد العادى بعد فترات تطول أو تقصر من المعاملة بمبيدات الحشائش . ولقد سجل أحد الباحثين زيادة في تعداد الفيوزاريوم بعد إضافة جرعة منخفضة من الاترازين .

ولقد حدثت تأثيرات متباينة بعد استعمال مبيدات الحشائش في التربة بالنسبة لتعداد الأكتينوميسيتس ، وحدث نفس الشيء بالنسبة للبكتيريا المثبتة للنيتروجين . ولقد ظهرت قلة حساسية الأزوتوباكتر لمركب التريازين وقد تزيد معدل وكفاءة التثبيت بعد المعاملة . ولهذه المركبات تأثيرات بسيطة على البكتيريا العقدية التى تعيش معيشة تكافلية مع النباتات البقولية .

دور الميكروبات في تقليل وانهار المبيدات

إذا تناولنا دور الميكروبات في تحليل وانهار المبيدات يمكن الإشارة في البداية إلى أن الميكروبات تمثل أقل قليلًا من ٠,١ ٪ من حجم التربة ، ولكنها مسئولة عن العديد من تفاعلات ودورات التحول للعناصر والطاقة في الطبيعة . والتعداد في البكتيريا مرتفع ١٠ لكل جرام تربة ، وقد يصل طول الهيفات لبعض الفطريات إلى بضع مئات أو آلاف الأمتار في جرام التربة الواحد ، وقد تصل كتلة الميكروبات في الهكتار إلى عدة أطنان . وتوجد الميكروبات في التربة في نظام ديناميكي متزن نتيجة للتدخلات بين العوامل الحيوية وغير الحيوية ، وعلى سبيل المثال .. فإن عدد الكائنات الدقيقة ، والنشاط الحيوى ، والصفات الطبيعية والكيميائية في منطقة الجذور تختلف عنها في المناطق البعيدة . ولقد ثبت مقدرة الميكروبات على هدم العديد من الكيميائيةات ابتداء من السكريات البسيطة ، والأمحاض الأمينية ، والبروتينات ، والليبيدات .. حتى المواد الأكثر تعقيدًا ، مثل : مخلفات النباتات ، والشموع ، والمطاط . وبدون نشاط الميكروبات في هدم هذه المركبات ، لكانت تجمعت وأحدثت تلوثًا رهيبًا في البيئة .

وفي مجال العوامل التي تؤثر على النشاط الميكروبي ودوره في هدم المبيدات نجد أن العوامل البيئية وأساليب الزراعة وصفات المبيد هي أهم العوامل في هذه الخصوص . وهذه العوامل قد تتداخل مع بعضها ، بحيث يصعب الحكم على دور كل منها منفرداً . فدراسات سلوك ومصدر المبيدات في التربة يجب أن تجرب على تربة لها صفات قريبة من الطبيعة بقدر الإمكان ، بحيث تتناول التربة على أنها نظام حي ، وليس كمجرد عينة جيولوجية . فلقد ثبت أن تهفيف التربة هوائياً وطول فترة التخزين والتجميد والطحن كلها عوامل تؤثر على دور التفاعلات الإنزيمية ، ومن ثم تحدث تحويرات في تركيب وكثافة تعداد الكائنات الدقيقة ، ودرجة حرارة التربة ، والرطوبة ، والتي ثبت أن لها دوراً كبيراً في هدم مبيدات الحشائش على وجه الخصوص .

ولابد من إعادة النظر في طرق ووسائل تقييم العلاقة بين المبيدات والكائنات الدقيقة في التربة الزراعية .. والجدول (٢ - ٥) يوضح أهم الميكروبات التي تلعب دوراً هاماً في انهيار المبيدات بأنواعها المختلفة ..

جدول (٢ - ٥) : أهم الكائنات الدقيقة التي تحلل مبيدات الآفات

المبيدات	الكائنات الدقيقة
كلوربروفام - ٢ و ٤ - د.د.ت - MCPA - ٢ و ٤ و ٥ - في د.د.ت - أندرين - ميتوكسي كلور	أكروموباكتري أبروباكتري
كلوربروفام - دالايون - د.د.ت - بيكلورام - TCA	أجروباكتريوم
دالايون - ماليك هيدرازيد - TCA	الكاليجينيس
دالايون	ألترناريا
٢ و ٤ - د - دالايون - ديازينون - إندوثال - بيكلورام - سيمازين - MCPA	أرثروباكتري
أترازين - TCA - ٢ و ٤ - د - دايفيناميد - أندرين - لينورون - MCPA - مونوريون - PCNB - بيكلورام - برومترين - سيمترين - نيوردين - ترايكلوروفون	أسرجيليس
MMDD - دالايون - د.د.ت - ديلرين - EPN - هيتاكلور - لينورون - ميتايل باراثيون - مونوريون - باراثيون - بيكلورام - سوميثيون - TCA	باسيلس
ترايكلورالين	باكتريودز
بيكلورام	بوتراتيس
PCP	سيفالوأسكس

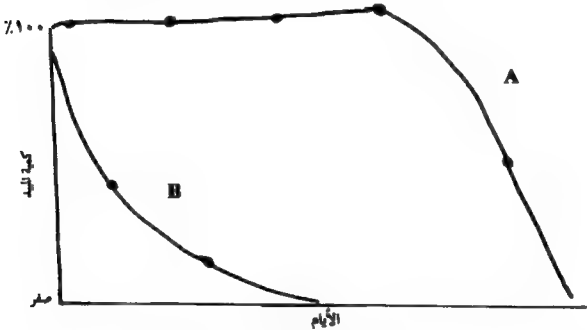
الكائنات الملقحة	المبيدات
سيفالوسبوريم	أترارين - برومترين - سميترين
كلادوسبوريم	د.د.ت - لندن - باراكوات
كورينباكتريوم	٢ و ٤ - د - دالايون - د.د.ت - MCPA-DNOC-DNBP - باراكوات
أروينيا	د.د.ت
أستيريشيا	أميترو - د.د.ت - لندن - برومترين
فلافوباكتريوم	كلوربروفام - ٢ و ٤ - د - دالايون - ماليك هيدرازيد - MCPA - بيكلورام - TCA
فيوزاريوم	ألدرين - أترارين - د.د.ت - هبتاكلور - PCNB - سيمازين - ترايكلوروفون
جلوميريللا	PCNB - ثيرام
هيلمينثوسبوريم	PCNB - بيكلورام
كورثيا	د.د.ت
لاشوسيرا	ترايفلورالين
لايومايسيز	باراكوات
ميكروكوكس	دالايون - TCA
ميكرومونوسورا	هبتاكلور - TCA
ميوكور	د.د.ت - MCNB
مايكوبلانا	٢ و ٤ - د - MCPA - ٢ و ٤ و ٥ - ق
ميرونيكيوم	PCNB
نيروسورا	كلورونيب
نوكارديا	كحول الأليل - ٢ و ٤ - د - دالايون - د.د.ت - هبتاكلور - PCNB - بيكلورام - TCA
بنيسيلليوم	ألدرين - أترارين - MMDD - دالايون - هبتاكلور - مونيرون - PCNB - بيكلورام - برومترين - بروبانيل - سيمازين - تيلودرين - ترايكلوروفون
بروتيس	د.د.ت
بسيلوموناس	كحول الأليل - كلوربروفام - ٢ و ٤ - د - دالايون - د.د.ت - د.د.ف.ب ديازينون - ديلدرين - DNOC - DNB - أندرين - ملايون - MCPA - مونيرون - PCP - فورات - سيمازين - TCA
ريزوكونيا	كلورونيب

الكائنات الدقيقة	المبيدات
ريزوبس	أترازين - دينوكس - هبتاكلور
ساكارومييسيس	كابتن - بيكلورام
ساركينا	مونورون
سيرايا	د.د.ت
سيوروسيتوفاجا	٢ و ٤ - د
ستريبتوكوكس	د.د.ت - هبتاكلور
ستريبتومييسيس	دالايون - ديازينون - PCNB - سيمازين
ثيوباسيللس	فورات
توريولوبسيس	فورات
تراماتس	PCP
ترايكودراما	ألدرين - كحول الأليل - أترازين - د.د.ت - د.د.ف.ب - ديازينون - ديلدرين - دايفيناميد - هبتاكلور - ملايون - PCNB - PCP - بيكلورام
زانتوموناس	- سيمازين - ١٢٨ مونورون

ومن المعروف أن الانهيار البيولوجي من أحد العوامل الرئيسة التي تؤثر على الأثر الباقى وسمية العديد من المبيدات فى التربة . وتعمل الكائنات الدقيقة على الميد بعدة وسائل ، وأهمها التكسير أو التحليل ، والأخرى تتمثل فى زيادة سمية ونشاط المبيدات القليلة السمية فى الأساس . وهناك طريق ثالث يتمثل فى تحويل الجزيء السام إلى مركب آخر ذى تأثير نافع على النباتات الراقية ، أو أحياء التربة ، أو الكائنات الدقيقة الأخرى . ولقد ثبت من العديد من الدراسات أن كائنات التربة الحية تستطيع أن تستخدم مبيدات الحشائش من مجموعة الأترازين كمصدر للطاقة . ولقد تم عزل العديد من هذه الميكروبات ، مثل : البكتيريا ، والفطريات ، والأكتينومايسيتس . والميكانيكية التى بمقتضاها تتمكن ميكروبات التربة من تكسير المبيدات لازالت غير مفهومة حتى الآن بدرجة كافية . ولقد أعلن « Anderson » عام ١٩٦٠ احتمالات تكوين طفرات أو إنزيمات . والطفرات لها مقدرة على تحطيم أو تمثيل الميد كما لو كان مادة مغذية . ولقد تم وصف الفترة الأولى بعد إضافة المبيد والمعروفة بالاصطلاح « lag phase » ، حيث تحدث فيها زيادة كبيرة فى نشاط وتعداد الميكروبات حتى تصل إلى مستويات قادرة على تحطيم المبيدات بدرجة كافية . وهذا السلوك يحدث مع العديد من المبيدات ،

ومن ثم لا يمكن إرجاع تكسرها إلى زيادة تعداد الميكروبات بإطلاق عام ، ولكن التفسير الوحيد هو حدوث طفرات غير عادية في بعض الحالات قادرة على تكسير وتمثيل المركب .

لذلك .. فهناك نظرية تؤيد مرور فترة من الوقت بعد معاملة المبيد يحدث فيها إنتاج إنزيم قادر على أن يكيف نفسه مع الظروف الجديدة (وجود المبيد) حتى تحلل المبيد . ويعيب هذه النظرية أن الميكروبات لن تدوم في التربة بعد تمام انهيار المبيد . وعند معاودة إضافة نفس المبيد ، فإن الميكروبات تحتاج لفترة Lag period لازمة حتى يتأقلم الإنزيم مرة أخرى ويقوم بعمله ، بينما الطفرات تستطيع القيام بعملها في غياب المبيد (الذى يعتبر كوسيط) .. شكل (٢ - ٦) يوضح هذه الفترة اللازمة إما لتكسير الطفرات ، أو زيادة التعداد ، أو أقلمة الإنزيم .



شكل (٢ - ٦) : العلاقة بين انهيار المبيد ونشاط الميكروبات .

والسؤال الذى يوجه لعلوم الميكروبيولوجى والكيمياء الحيوية هو ما إذا كانت ميكانيكية الانهيار التى تحدث فى الأنظمة الخارجية *in vitro* تماثل أو تقارب ما يحدث فى الأنظمة الداخلية *in vivo* . ولقد ثبت من الدراسة المقارنة بين سلوك مبيد الأتراكزين فى الأراضى المعقمة والعادية غير المعقمة أن العوامل التى تؤثر على النشاط الميكروبي تؤثر أيضاً على ثبات المبيد فى التربة . ومن هذا المفهوم نجد أن سرعة انهيار مركب فى التربة لاتعنى بالضرورة حدوث ذلك نتيجة لزيادة النشاط الميكروبي فى التربة ، ولكن قد يكون نتيجة لزيادة ذوبان المركب ودخوله فى التفاعلات ، وقابلية المركب = A الفترة الأولى اللازمة لزيادة نشاط الميكروبات ، وفيها يحدث فقد ضعيف ، يليه فقد سريع للمبيد .

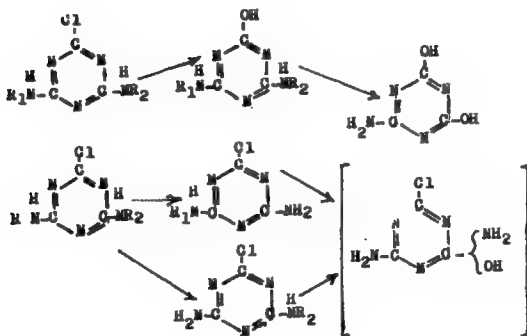
B = فقد سريع عند إضافة المبيد للمرة الثانية نتيجة لتوفر تعداد مناسب من الآفات .

للمهاجمة بواسطة الميكروبات . ولقد ثبت أن الميكروبات تنشط في الأرض الغنية بالمواد العضوية . وزيادة الأخيرة يصاحبها نقص في الأثر الباقي الضار ، ومن ثم فإن إضافة المواد العضوية للتربة يزيد من انهيار الترابازين . ولقد وجدت علاقة مؤكدة بين معدل ادمصاص هذا المركب والمحتوى العضوى ، ولا يعرف حتى الآن انعكاس ذلك على الانحياز الميكروى ، ولكن ثبت أنه في البيئات النقية ، حيث لا يوجد ادمصاص ، فإن الانحياز الميكروى للترابازين يزداد بإضافة بعض المواد الإضافية كمصادر للكربون .

ويزداد النشاط الميكروى في التربة بزيادة درجة الحرارة ، حيث زاد معدل انهيار السيمازين بمقدار ٣,٥ مرة مع ارتفاع الحرارة من ٨,٥ إلى ١٨,٥ م° ، بينما زيادة الحرارة مرة أخرى إلى ٢٥ م° ضاعفت معدل الانحياز عن الحالة الأولى (٧ مرات) . ولقد اتضح ثبات المركب في المناطق الباردة لفترات طويلة ، بينما في المناطق الاستوائية لم يثبت أكثر من ٦٠ يومًا . ويزداد معدل ادمصاص الأترازين بنقص الحرارة . وهناك تأثير غير مباشر لزيادة الحرارة يتمثل في زيادة ذوبان المركب . وهذان التأثيران (الانفراد والذوبان) يحددان بالتتابع المستمر ، وهما معًا يقللان من ادمصاص بالإضافة إلى زيادة النشاط الميكروى في المناطق الدافئة .

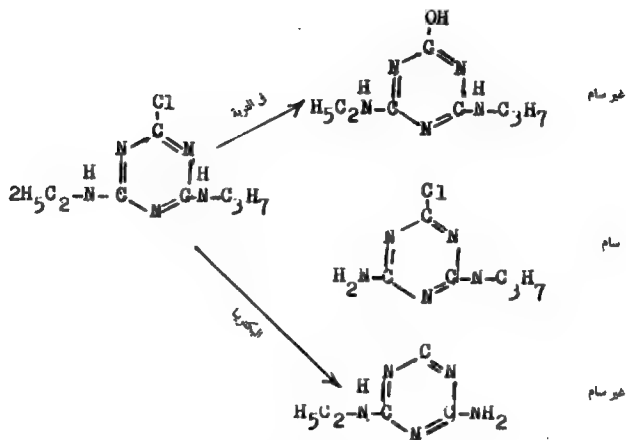
ولقد ثبت كذلك أن درجة حموضة التربة ومحتواها من الرطوبة ودرجة التهوية تؤثر بدرجات متفاوتة على نشاط الميكروبات . فالبكتيريا والأكتينوميسيتس يكونان أكثر نشاطًا في الأرض القوية من التعادل أو القلوية والرطبة ، بينما تنشط الفطريات كثيرًا في الأراضي ذات مستوى الرطوبة المنخفض ودرجات الحموضة المنخفضة ، ولذلك يزداد انهيار المبيدات في الأراضي الحامضية بفعل معظم الفطريات ، على أن تكون الرطوبة منخفضة في التربة . ويتناسب ادمصاص مبيد الأترازين والسيمازين عكسيًا مع درجة حموضة التربة . وللأسف . لم يدرس بعناية تأثير درجة الحموضة وتبادل الكاتيونات على الأثر الباقي الضار على النباتات ، وكذلك الانحياز الميكروى . ولقد لوحظ كذلك حدوث انهيار للأترازين تحت ظروف لاهوائية ، وهذه تشمل عمليات التحلل المائي ، وكذلك انفراد كميات ضئيلة من ك^٢ . والانحياز البسيط تحت هذه الظروف مرجعه إلى ملاحظة ضرر قليل للنباتات التي تنمو في الطبقة السطحية من التربة ، بالمقارنة بتلك التي تنمو تحت التربة ، بالرغم من تسوى كميات السيمازين التي أضيفت إليها في البداية . ولقد وجدت كميات عالية من الأترازين على عمق ١٥ بوصة (٦٠ ٪) ، بينما كانت الكميات ضئيلة في الطبقة السطحية (٣ بوصات) . ونظرًا لوجود تناظر بين ثبات الترابازين والعوامل البيئية والنشاط الميكروى ، فإنه استنتج أن الميكروبات هي المسؤولة عن تدهور هذه المركبات في التربة ... ولقد وجد « Harris » عام ١٩٦٥ أن مشتقات الهيدروكسى في الوضع (٢) تمثل غالبية المركبات الناتجة من انهيار المركبات الأصلية في التربة ، ولم يتجمع مركب أزيد الصوديوم - وهو منبط للميكروبات - في التقليل من تجمع مشتقات الهيدروكسى لمركبات السيمازين ، والأترازين ، والبروبازين في التربة

خلال حضانة مدتها ٨ أسابيع . ولقد تتبع الباحث « Skipper » عام ١٩٦٦ انفراد ك أ^٢ من الحلقة ومن السلسلة الجانبية للأترازين في التربة المعاملة ، ووجد أن ١,٤ - ١,٦٪ انفردت من السلسلة ، وحوالي ٠,٤ - ٠,٥٪ من الحلقة بعد أسبوعين من المعاملة ، بينما تكون الهيدروكسي أترازين بمقدار ٢٠٪ في كل من الأرض المعقمة وغير المعقمة . وهذه النتيجة تعني أن الخطوة الأولى في انبهار الأترازين هي الأيدروكسلة الكيميائية ، ومازالت احتمالات تكوين هذا التفاعل للهيدروكسي اس ترازين محل تساؤل . وهذا المشتق يتكون تحت الظروف الحقلية ، وخاصة عند درجات الحرارة المرتفعة (أعلى من ٣٠°م) ، وحموضة منخفضة (٥,٥) . ويزداد هجوم الفطريات تحت ظروف الحموضة المنخفضة ، بينما تلاحم الظروف المتعادلة البكتيريا بدرجة أكبر ، ويسود التحلل المائي مرة أخرى عند درجة حموضة ٨,٥ (قلوية) . ولقد تأكد أن الرطوبة والحرارة المنخفضة غير ملائمة لكل من الانبهار الميكروبي والكيميائي للكلورو إس ترازين في التربة . ولا يمكن إنكار دور الصفات الطبيعية والتبوية والمحتويات العضوية وغير العضوية على درجات الانبهار الميكروبي والكيميائي والشكل (٧ - ٢) يوضح مسار الانبهار الميكروبي لمركب الكلورو - اس - ترازين .



شكل (٧ - ٢) : مسار الانبهار الميكروبي للكلورو - إس - ترازين .

وفيما يلي مسار تمثيل مركب الانترازين وتحوله إلى نواتج تمثيل سامة وغير سامة شكل (٢) - (٨) .



شكل (٢ - ٨) : مسار الانبياء الميكروبي لمركب الانترازين .

الفصل الثالث

التأثيرات الجانية على النباتات

أولاً : مقدمة

ثانياً : معايير التأثيرات الجانية للمبيدات على النباتات .

الفصل الثالث

التأثيرات الجانبية على النباتات

أولاً: مقدمة

لقد ثبت أن معظم مبيدات الآفات التي تستخدم على النباتات تحدث تأثيرها بعد أن تنفذ من خلال الأنسجة النباتية ، وتنقل خلال أعضاء النبات ، ومن ثم تتدخل في النشاط التمثيلي للنبات مما يترتب عليه حدوث تغيرات في التركيب الكيميائي للنبات . والتأثير يختلف تبعاً لنوع وطبيعة المبيد المستخدم ، وكذا نوع النبات المعامل . ولقد أحدثت بعض المبيدات الفوسفورية تأثيرات ضارة على نباتات القطن . ويحتمل أن تتضمن العوامل المؤثرة في هذا الخصوص حالة النبات والعمر ، والظروف البيئية السائدة حول النباتات ، ونوع التربة ، وطريقة المعاملة... الخ . ولقد أحدثت بعض مبيدات الحشائش تشوهات على نباتات لم تعامل بها أساساً (غير مستهدفة) ، ومثال ذلك تأثير مخلفات الكوتوران على نسبة إنبات بذور القمح التي تزرع بعد القطن .

وأية ظواهر غير عادية تحدث للنباتات من جراء استخدام مبيدات الآفات ، حتى ولو كانت بسيطة ، تحدث نتيجة للتأثير على فسيولوجيا وبيوكيمياء الخلية النباتية . ومن المتفق عليه أن تأثير الكيماويات على تمثيل وتركيب النبات الحى في غاية التعقيد ، وهى نادرة الحدوث بصورة خطيرة ، ولكنها قد تتم بسرعة ودرجة واضحة . والعوامل التي تحدث هذه التغيرات تنحصر في المبيد نفسه والنبات والبيئة .

والمحصلة النهائية لتأثير المبيدات لا تتحدد فقط نتيجة لطبيعة ونوعية المبيد ، ولكن لنوع المستحضر ، والتركيز المستخدم ، ودرجة الحموضة ، والمادة الحاملة ، والمواد المبللة ، وطريقة المعاملة ، وحجم القطرات أو الجسيمات في حالة المبيدات الصلبة ، ونوع النبات والجزء من النبات الذى يعامل بالمبيدات ، وعمر النبات ، وحالة النمو ، وكثافة وظروف المكان المزروع فيه النبات قبل زراعته ولسنوات سابقة . كل هذه العوامل تلعب دوراً في تحديد استجابة النبات للمبيدات ، علاوة

على الظروف الجوية السائدة ، مثل : الحرارة ، والرطوبة ، وشدة الضوء عند المعاملة وخلال فترة عمل المبيد على النبات ، وكذلك طبيعة التربة ، وقابلية العناصر الغذائية للنبات . ولا يجب إغفال العديد من المتغيرات في هذا الخصوص . وبالبحت في المراجع اتضح حدوث تنشيط في نمو بعض النباتات عند معاملةها بتركيزات منخفضة من المبيدات ، كما في مبيد الحشائش الهرموني ٤,٢ - د ، وهذه قد تؤدي إلى زيادة المحصول .

ولقد مرت دراسات التأثيرات الجانية على النباتات في مراحل متعددة من الناحيتين العلمية والتاريخية . ومازلنا نتطلع إلى معايير أكثر دقة يمكن بواسطتها الحكم على الدور الذى تلعبه المبيدات على النباتات . ويمكن سرد — وبإيجاز شديد — هذه المراحل فيما يلى :

ثانياً : معايير التأثيرات الجانية للمبيدات على النباتات

١ — الصيرورات المورفولوجية للنبات والإنتاجية

بدأ قياس علاقة المبيدات بإنبات التقوى في الخمسينات ، خاصة في حالة المبيدات التى تعامل بها البلور ، أو تستخدم مباشرة على التربة لوقاية البلور ، أو لحماية المجموع الجنزى أو المجموع الخضرى ، كما في حالة المبيدات الجهازية الحشرية ، مثل : الدايمستون ، والثيميت ، وكذلك مبيدات مكافحة الحشائش والنيماطودا أو الفطريات وغيرها . ولقد تطلب ذلك طرقة خاصة للمعاملة ، ومعايير خاصة للتقييم ، نظراً لتعدد العوامل المؤثرة في هذا الخصوص ، حيث لا يقتصر الأمر على المبيدات والبذرة فقط ، بل تلعب حالة التربة ونوعيتها والظروف السائدة فيها ، وغير ذلك دوراً أكثر أهمية في هذا المجال . وكانت الصورة أكثر تعقيداً في حالة النباتات البقولية التى تعيش معيشة تكافلية مع البكتيريا العقدية المثبتة للنيتروجين الجوى ، مما تطلب معاملة خاصة بطرق خاصة وفي مواعيد معينة . ولقد قطعت الهند شوطاً ناجحاً في هذا الخصوص . وتأتى معاملة بذور القطن ، وفول الصويا ، والخضروات في مصر بالمطهرات الفطرية التى تحميها من الفطريات التى تسكن التربة في المقام الأول الذى يؤثر على إنتاجية هذه المحاصيل الحقلية ذات الأهمية القصوى للاقتصاد القومى ، حيث إن أى فشل في نسبة الإنبات يقلل الإنتاجية لحد خطير . وبذور القطن ذات طبيعة خاصة ، حيث يوجد على سطحها زغب ، وهو يمثل تحدياً في كفاءة طريقة المعاملة ، حيث يتركز المبيد عليه ، خاصة حول الجنين . وقد تفشل البذرة في الإنبات تماماً ، مما يستدعى إزالة الزغب وهو سليلوزى التركيب باستخدام حامض الكبريتيك المركز بطريقة معينة ، حتى لا نحصل على نتيجة عكسية . وفي الستينات جرت محاولات في كلية الزراعة — جامعة عين شمس — لمعاملة بذور القطن بالمبيدات الجهازية من خلال آلة صممت خصيصاً لهذا الغرض ، وللأسف الشديد نجحت الماكينة وفشلت المعاملة في النهاية ، حيث كان عدد النباتات في الفدان قليلاً جداً ، بالمقارنة بطريقة الزراعة العادية .

واعتمدت الدراسات الأولى على معايير التغيرات المورفولوجية لنمو النباتات ، ومثال ذلك .. علاقة المعاملة بالمبيدات على نمو المجموع الجذري (الطول والكثافة ..) وطول الساق ، وعدد العقد والأفرع الخضرية والثمارية ، وعدد الأوراق ، ومساحة الورقة ، ووزنها ، وعدد البراعم الزهرية ، ومنحنى التزهير ، وعدد الثمار ، ووزن كل منها ، وغير ذلك من المعايير . ولقد تضاربت النتائج في هذا الخصوص تبعا لنوع المبيد والتركيز المستخدم ، والنبات وميعاد الزراعة ، وطرق المعاملة ... الخ . فلقد وجد « أشلون وكاردفر » عام ١٩٥٢ حدوث تأثيرات خطيرة على النباتات نتيجة للمعاملة بالمبيدات ، بينما أشار « جوين » عام ١٩٥٥ إلى أن مبيد البيراثيون لم يحدث تأثيرا تشطيها على نمو الخضرى لنباتات القطن ، بينما أشار « هاسكايلو » عام ١٩٥٧ إلى نقص وزن اللوز وعدد البذور في لوزة القطن نتيجة لمعاملة التقاوى بمبيد الثيميت بتركيزات مرتفعة ، كما أن الأجنة كانت كبيرة الحجم ، بالمقارنة مع غير المعاملة . ولقد أشار « دوسون » عام ١٩٥٨ إلى حدوث نقص في استطالة بادرات القطن التي عوملت بذرتها بالدياستون ، وحدث تأخير في التزهير ، ونقص معدل النمو في مراحله الأولى ، ثم نقص ملحوظ في إنتاجية النباتات الناتجة من البذور المعاملة . ومن أكثر المشاهدات في هذا الخصوص حدوث تقزم في النباتات المعاملة بالمبيدات نتيجة لقتل المناطق المرستيمية في السيقان . ونتيجة للتضارب في النتائج اتفق على أن التأثيرات الضارة للمبيدات لابد أن تنعكس على معدل تكوين المادة الجافة في النباتات المعاملة ، ومن ثم تتأثر الإنتاجية . فلقد أظهرت بعض النتائج زيادة طفيفة في الوزن الجاف بعد المعاملة ، سواء في الأوراق أم السيقان ، بينما حدث العكس في المعاملات الأخرى ، حيث تناقص الوزن الجاف . ومن المؤسف والمحر أن الباحثين لم يتوصلوا إلى إيجاد علاقة بين التغير في هذا المعيار وبين الإنتاجية ، حيث كان من المتوقع حدوث علاقة موجبة ، ولكن ظهرت تناقضات كبيرة في هذا الخصوص في النباتات ذات الصنف الواحد التي عوملت بالمبيد الواحد .. ولقد أشار بعض الباحثين إلى حدوث نقص في معدل التنح في نباتات عباد الشمس ، وزيادة معدل فقد الماء في الشوفان نتيجة لزيادة الضغط الإسموزى بعد تحلل المركبات النيتروجينية والكربوهيدراتية أو تجمع العناصر المعدنية .

ومن التناقضات ما وجدته « براون » عام ١٩٦٢ من عدم حدوث أية تأثيرات ضارة على طول السلامة ، وعدد العقد ، وارتفاع النبات ، ونسبة التلون وسقوط اللوز ، والإنبات ، وتضافي الخلع ، ومحتوى اللوز ، ودليل البذرة والتيلة ، ووزن اللوز والبذور في كل لوزة للنباتات ومنطقة المعاملة بدالتوكسافين/ د.د.ت ، أو الميثايل باراثيون ، أو زرينخات الكالسيوم . ومن جهة أخرى .. وبالرغم من ذلك .. حدثت زيادة في المحصول ، وفي إنتاج اللوز عند الرش المبكر بمجرد ظهور البراعم الزهرية . ولقد أشارت « ن . حسين » عام ١٩٨٣ أن معاملة نباتات القطن بالمبيدات الحشرية قد أحدثت تغيرا طفيفا في الوزن الجاف للأوراق المعاملة عنه في حالة المقارنة . ولقد أدى مبيد اللانث إلى زيادة كبيرة في الوزن الجاف ، بينما سببت المبيدات الفوسفورية والبيرثينات المصنعة زيادة بسيطة . ولقد حدثت زيادة متقلوبة في المحصول ، كان أعلاها مع البيرثينات المصنعة ، وأقلها

مع الكربامات . ولقد أحدثت المبيدات تفورات طفيفة في تصافى الحليج وصفات التيلة . ولقد أجريت دراسات رائدة في مجال استجابة النباتات للمبيدات الحشرية في كلية الزراعة - جامعة عين شمس - حيث تناول « شعبان وآخرون » هذا المجال ابتداء من الستينات حتى الآن بالتعاون مع الزملاء في القسم والأقسام الأخرى .. ومن أهم ما أسفرت عنه هذه الدراسات أثر عدد الرشاش على هذه المعايير ، وكذلك الفترات بين الرشاش (زبدان وآخرون) .

٢ - التأثيرات على بعض المظاهر الفسيولوجية في النباتات

لقد ثبت أن اللون الأخضر الغامق الذي يظهر بعد معاملة النباتات بمركبات الكربامات يحدث نتيجة لزيادة كمية الكلوروفيل في الأنسجة النباتية ، حيث سجل ١٩,٢٨ ٪ زيادة في وحدة المساحة أو في الجرام أوراق ، كما سجلت زيادة في محتوى النيتروجين ، ومازالت الحقيقة مجهولة ما إذا كانت زيادة حقيقية في النيتروجين أو مجرد خلل ناتج عن تثبيط نشاط بعض الإنزيمات . ولقد أشار « بوجدانوف » عام ١٩٦٢ إلى أن مركبي الإيكاتين والباراثيون سببا نقصاً ملحوظاً في النتج والبناء الضوئي ، خاصة في اليوم الثاني من المعاملة ، وحتى ١٥ يوماً بعد ذلك . ولقد أشار بعض العلماء ، وفي نفس العام ، إلى أن مبيدات اللندين ، والد.د.ت ، والميثوكسي كلور ، والميثيوت ، والسيفين بمعدل ٣٠ جزءاً في المليون فقط أحدثت نقصاً معنوياً في معدل تنفس القمم النامية لجذور الذرة والشوفان والبازلاء وغيرها ، بينما حدثت زيادة مع مبيد الباراتيون .

ولقد ثبت حدوث تفورات في كفاءة الأكسلة والاختزال نتيجة لتعرض معلق الكلوروبلاست لفترة أو معاملات ضوئية مختلفة ، وكان التأثير ذا علاقة كبيرة مع عمر الورقة ، ومع تركيز الكلوروفيل والاستجابة الضوئية للبلاستيدات الخضراء . ولقد أشار « سالم » عام ١٩٧٨ إلى أن المعاملة بالستروكلين والسيفين أحدثت زيادة واضحة في تركيز الكلوروفيل ، كما اتضح أن كمية الكلوروفيل في الأنواع المختلفة من القطن كان تقريباً ثابتة . ولقد وجد الباحث « لى » عام ١٩٧٧ أن التأثير التثبيطي لمركبات الكربامات الحشرية على نمو نباتات البازلاء ترجع أساساً إلى التأثير على الإندول أسيتك أسيد ، حيث تقوم المبيدات بتكسير الإنزيمات . ولقد أشار « عفيفي » عام ١٩٨٠ إلى حدوث تغيرات في تركيزات الكلوروفيل في نباتات الفول التي عوملت ببعض المبيدات الحشرية ، واستنتج احتمال حدوث تغيرات وراثية في النباتات المعاملة ... ولقد وجدت « ن . حسين » عام ١٩٨٣ حدوث ضرر طفيف في محتوى أوراق نباتات القطن من الصبغات نتيجة للمعاملة بمبيد السوميسيدين واللاتيت ، بينما حدث العكس في أوراق فول الصويا ، حيث زادت الصبغات في معظم الأصناف المختبرة ، وفي القطن حدث نقص شديد في الصبغات بعد المعاملة بالفينفالورات في صنف جيزة ٦٩ ، بينما كان النقص طفيفاً في الأصناف الأخرى . أما مبيد الميثوميل الكارباماتي ، فقد أدى إلى زيادة طفيفة في محتوى أوراق القطن (جيزة ٦٩) ، بينما أحدث نقصاً في

الأصناف الأخرى . وبالنسبة للكلوروفيل أدت المعاملة بالمبيدات إلى زيادة تركيزه في أوراق فول الصويا ، بينما حدثت تقلوت في حالة القطن . ولقد سبب الميثوميل نقصاً شديداً في محتوى الكلوروفيل لأوراق أصناف الريتلو والأسيكس ، وأحدث الفيتفاليات نقصاً شديداً في كلوروفيل صنف القطن جيزة ٦٩ . كما أظهرت النتائج أن المبيدات الحشرية أحدثت زيادة في محتوى أوراق فول الصويا من أشباه الكلوروتين ، بينما أحدثت نقصاً في أوراق القطن . وهذا التأثير كان متوازياً مع ما حدث للكلوروفيل ، مما يؤكد التأثيرات الثانوية للمبيدات التي استخدمت في الدراسة على البلاستيدات نفسها ، حيث أحدثت المبيدات تأثيرات مختلفة على الكلوروفيل (أ) والكلوروفيل (ب) في أوراق فول الصويا والقطن المعاملة . ويوجه علم .. ثبت أن السوميسيد واللايت يحدثان زيادة في الكلوروفيل « أ » في فول الصويا ، بينما يحدثان نقصاً في الكلوروفيل « ب » في معظم الأصناف المختبرة .

٣ - تأثير المبيدات على التركيب الكيميائي للنبات

هذه التأثيرات تمثل المرحلة الثالثة في هذا الخصوص ، فقد أشار الباحثون عام ١٩٥٥ إلى أن نباتات القطن النامية في محاليل مغذية تحتوي على مبيد الشراذم ازداد فيها محتوى النيتروجين بدرجة تتناسب مع زيادة تركيز المبيد ، ولم يكن هناك تأثير على محتوى البروتين ، وعند المستويات العالية من المبيد حدثت زيادة طفيفة في الفوسفور ، ونقص شديد في السكريات الكلية ، أما زيادة النشا ، فقد كانت قاصرة فقط على أنسجة الجنود . ولقد أشار « الرافعي والحنلوي » عام ١٩٦١ إلى أن المبيدات الجهازية السيستوكس ، والميتاسيستوكس ، والإيكاتين سببت زيادة في محتوى النيتروجين الكلي لنباتات الفول التي عوملت بمبيد الباراثيون والإيكاتين بعد ٧ أيام من الرش ، ثم ارتفعت فجأة في اليوم الثامن ، ثم انخفضت مرة أخرى بعد ١٤ يوماً ، وحدث نفس السلوك مع البروتين ، وكذلك وجد الباحث « نيلارد » عام ١٩٦٣ زيادة في سكروز الدرنات التي عوملت في الطور الخضري بمبيد ٤ر٢ - د ، وحدث نقص في السكريات المختزلة بعد ٦٦ يوماً من التخزين . ولقد درس « القاضي وزملاؤه » عام ١٩٦٤ تجمع النيتروجين في نبات القطن بعد المعاملة بالديترس وحامض الأورثوفوسفوريك ، ولقد وجدت كميات كبيرة من النيتروجين الكلي في الأوراق المعاملة ، ولم تحدث المعاملات أية تأثيرات على محتوى البوتاسيوم ، بينما زاد محتوى الفوسفور .

وعلى العكس من ذلك .. وجد « سرور وهاسكاهلو » عام ١٩٦٨ عدم تأثير محتوى الكربوهيدرات أو النيتروجين أو الفوسفور في أوراق القطن بعد معاملة بالدياستون والمونيرون ، بينما أحدث المبيد الأول نقصاً في محتوى النشا ، ونقصاً في محتوى السكروز في السيقان . ولقد وجد « شعبان والشريف » عام ١٩٧٠ أن معاملة نباتات القطن بالتيميك سببت زيادة في نسبة النيتروجين والفوسفور . بينما حدث نقص في البوتاسيوم في البادرات الناتجة من البذور المعاملة بالمبيدات الجهازية .

ولقد وجد « اللبودى وزملاؤه » أن المعاملة بالمبيدات الحشرية أو مبيدات الحشائش تنقص من صعود البوتاسيوم ، بالمقارنة مع النباتات غير المعاملة ، بينما زاد معدل صعود الكالسيوم ، والمغنسيوم ولو أن ذلك تناقص بزيادة تركيز المبيدات . ولقد أثر بعض الباحثين في نفس العام أن المعاملة بمبيد الجارحونا على نباتات القطن زادت من شدة البناء الضوئي وتجمع الكربوهيدرات في الأوراق ، وحدثت زيادة مؤكدة في المحصول عند نقص تركيز المبيد . وأشار بعض الباحثين كذلك عام ١٩٧٥ إلى أن معاملة الكربن بزمج يورجو أنقص من السكريات الذائبة ، وزاد من تحليل السكريات . أما المعاملة بمبيد الكاربوفوس ، فقد أنقصت من السكريات المختزلة ، ومن مستوى السكروز ، وأنقصت قليلاً من السكريات الأحادية . أما مبيد المورستان ، فقد نشط انتقال الكربوهيدرات من الأوراق إلى الأزهار والثمار ، وزاد من محتويات السكريات المعقدة . ولقد أشار خالده وآخرون عام ١٩٧٥ إلى أن معاملة نباتات القطن بمبيد الدورسبان والنوفاكرون أدت إلى زيادة محتوى الأحماض الدهنية الحرة ، بينما انخفضت الأحماض الأمينية الحرة ، بالإضافة إلى زيادة معدل تخليق البروتين .

وأشارت أحدث الدراسات في كلية الزراعة - جامعة الزقازيق - (جمعة وآخرون - عام ١٩٨٣) إلى أن معاملة نباتات القطن بالمبيدات الحشرية زادت من كميات الأحماض الدهنية ، والأحماض الأمينية الحرة ، والكربوهيدرات ، وكذلك الأحماض الأمينية البروتينية في الأوراق المرشوشة . وعلى العكس من ذلك .. حدث نقص لهذه المكونات في البذور الناتجة من النباتات المعاملة مع وجود بعض الاستثناءات . وعموماً .. يمكن القول إن جميع أشباه البرثرينات التي درست ماعدا الفينفاليورات في حالة محتوى الكربوهيدرات ، والمبيدات الفوسفورية العضوية في حالة الأحماض الأمينية الحرة ، والكلابامات في الكربوهيدرات ، والأحماض الأمينية البروتينية انقصت المكونات البيوكيميائية التي درست في أوراق ولبور القطن ، عنه في حالة النباتات غير المعاملة .

٤ - تأثير المبيدات الحشرية على بعض العناصر الضرورية في النباتات

وجد « جمعة وآخرون » عام ١٩٨٣ أن المعاملة بالمبيدات الحشرية أدت إلى حدوث نقص شديد في تركيز عناصر الزنك والمنجنيز والنحاس ، بينما حدث تنشيط في عنصر البوتاسيوم ، وأحياناً الحديد في أوراق القطن المعاملة ، وفيما عدا المبيدات الفوسفورية ترى أوزوفوس والـ ر.ه ٩٩٤ ، فقد أحدثت بقية المبيدات تأثيرات طفيفة على تركيز عنصر الحديد . ولقد حدث نفس التأثير تقريباً في أوراق فول الصويا ، حيث أحدثت المبيدات الحشرية تأثيرات متفولة في إنقاص تركيز العناصر (زنك - نحاس - حديد - منجنيز) ماعدا البوتاسيوم ، بالمقارنة بالأوراق غير المعاملة . ولقد أحدثت المبيدات الحشرية المستخدمة نقصاً متفولاً في تركيز العناصر في لبور القطن ، وكذلك فول الصويا . أما المبيد الكلاراماتي اللاتيت ، فقد أحدث زيادة في تركيز المنجنيز والحديد والنحاس .

ولقد جرت محاولات عديدة للربط بين ما يحدث في النباتات المعاملة بالمبيدات وبين الإنتاجية . وللأسف الشديد ، وبعد الدراسات المكثفة في هذا الخصوص ، لم يتمكن الباحثون من الوصول إلى علاقة مؤكدة ؛ مما دعاهم إلى البحث عن معايير مختلفة يمكن بعد دراسة التغير الذى يحدث فيها الحكم على التأثيرات الجانبية للمبيدات ، ومثال ذلك .. الإنزيمات التى لها علاقة بالطاقة ، مثل : *ATPase* وغيره من الإنزيمات .. ونحن نتطلع إلى اليوم الذى يمكن فيه إيجاد معيار مناسب في هذا الخصوص .

ومن أحدث الاتجاهات في مجال تقدير التأثيرات الضارة للمبيدات على النباتات ما نشره الباحث « د . بوير » بجامعة أليوى ، ود . حسن يونس بجامعة الإسكندرية ، والذي يعتمد على قياس كفاءة البناء الضوئى في النباتات قبل وبعد المعاملة بالمبيدات . ومن المعروف أن السموم تؤثر على عملية البناء الضوئى من خلال تداخلها مع معدلات انتشار ثاني أكسيد الكربون إلى الخلايا المخلقة الضوئية ، أو في التداخل مع نشاط البلاستيدات الخضراء في تثبيت ثاني أكسيد الكربون ، ومن ثم .. فإن قياس التأثير الضار للمبيدات على النباتات يمكن تقديره بقياس معدل تثبيت ك A^2 . وقد ظهر أن قفل الثغور قد يكون السبب في نقص البناء الضوئى . وبناء على ذلك .. فإنه يمكن حصر طريقتين للتأثير على البناء الضوئى .

أ - خلل في انتشار ك A^2 إلى الخلايا ، ومن ثم تغير قابلية الوسيط الخاص بتثبيت ك A^2 .

ب - خلل في نشاط البلاستيدات الخضراء لتثبيت ك A^2 .

لذلك .. فإنه لتقدير التأثير الضار على النباتات يمكن قياس النشاط الضوئى ، وبعد ذلك نحدد ما إذا كان التأثير يرجع إلى خلل الانتشار أو الكلوروبلاست .

الفصل الرابع

مخلفات المبيدات في المواد الغذائية

- أولاً : استجابة الإنسان وحيوانات التجارب لفعل المبيدات .
- ثانياً : تقسيم المبيدات تبعاً للسمية الحادة للمركب .

الفصل الرابع

مخلفات المبيدات في المواد الغذائية

يجب ألا يستهان بالآثار التي تحدث للإنسان من جراء تناول أطعمة ملوثة بالمبيدات . وجميعها - كما سبق القول - سموم . وفي هذا المقام يجب أن تؤخذ في الاعتبار العلاقة بين الجرعة والتأثير . ومن منطق الفائدة في مقابل الضرر كفلسفة لضرورة استخدام هذه السموم نجد أن الصورة ليست قائمة تمامًا ، حيث إن المبيدات بالرغم من تأثيراتها الضارة على صحة الإنسان ، إلا أنها تحقق له العديد من الفوائد ، مثل : حمايته من الناقلات الحشرية للأمراض بشكل مباشر ، وكذلك تحقيق الأمن الغذائي عن طريق زيادة الإنتاج الزراعي والحيواني وغيرها . وكل ما يمكن القول الآن أنه حتى يوجد البديل الفعال يجب استخدام المبيدات في مكافحة الآفات بأسلوب واع مدروس مع اتخاذ كافة الاحتياطات لتقليل ما يمكن ضررها على الإنسان وبيئته التي يعيش فيها :

أولاً : استجابة الإنسان وحيوانات التجارب لفعل المبيدات

Acute and chronic toxicity

١ - السمية الحادة والمزمنة

من المعروف أن التقييم الأول للكيميائيات التي قد توجد مخلفاتها القليلة جدًا في الغذاء تعتمد بدرجة كبيرة على الاختبارات العملية التي تجري على حيوانات التجارب وطرق التحليل ونتائج تقدير المخلفات . ويجب على المشتغل بهذا الموضوع الرجوع للعديد من الدراسات السابقة ، حيث إن قيم الجرعة النصفية القاتلة (ج ق ٥٠) والجرعة المتكررة القصوى التي يمكن تحملها تمثل معايير قيمة عند الحكم على الأخطار النسبية لأي مركب كيميائي . والمركبات الشديدة السمية على الثدييات والحشرات توجد بتركيزات قليلة في مستحضراتها النهائية ، ومع هذا لا يمكن لهذه التركيزات القليلة تعويض الفرق في السمية . ولقد تأكدت هذه الحقيقة بمصر حالات التسمم من المبيدات العالية السمية خاصة الفوسفورية العضوية في عمال الرش بدرجة أكبر كثيرًا من مثيلتها من المجموعات الأخرى الأقل سمية . ففي أمريكا سجلت ٢٥٢ حالة تسمم عام ١٩٥٧ من بينها ١٨٩ حالة من المركبات الفوسفورية العضوية . وبالرغم من وجود تداخل بين سمية المجموع المختلفة من المبيدات ، إلا أن متوسط حالات السمية الحادة من المبيدات الفوسفورية العضوية تفوق كثيرًا ما يحدث من

المبيدات الكلورينية ، ولكن الأخيرة - ونظراً لشدّة ثباتها - تمثل مشكلة من حيث بقاها ومخلفاتها في الغذاء على عكس الفوسفورية .

وهناك علاقة بين الضرر المهني من المبيدات للإنسان الذي يستخدمها ، أو يتعرض لها باستمرار وبين مستويات السمية المقدرة على حيوانات التجارب . ولقد وجدت علاقة وثيقة بين الجرعة القاتلة النصفية عن طريق الجلد وحدوث التسمم المهني بدرجة تفوق العلاقة بين الجرعة القاتلة النصفية عن طريق الفم والتسمم المهني . ويقترب التنبؤ بمدى الضرر المهني من الواقع إذا درس تأثير المعاملة الجلدية المتكررة للمبيد على الحيوانات . وتناولت التوصيات الخاصة بالأمان عند تطبيق المبيدات بالنسبة لعمال الرش النصيح بالنسبة لتناول الطعام والتدخين أثناء استخدام هذه الكيماويات الضارة ، وحتى الآن لا توجد الوسائل لقياس التعرض الأول عن طريق الفم . ولقد أشار الباحث Wolf وآخرون عام ١٩٦٣ إلى أن عمال الرش لا يملأون هذه المواد دون غسيل الأيدي ، بينما عزي استخدام الدلدرين أو الأندرين حتى عندما يتناولون هذه المواد دون غسيل الأيدي ، بينما عزي Quinby وزملاؤه في نفس العام حالات تسمم عمال الرش إلى تلوث قطع الحلوى التي تناولوها بمبيدات الباراثيون أثناء الرش .

Special toxicity studies

٢ - دراسات خاصة عن السمية

بالإضافة للدراسات المتعلقة بإحداث الموت أو الشلل يجب أن يشتمل تقييم الضرر لتعداد الناس الذين يتعرضون لمدة طويلة لمخلفات المبيدات في الغذاء والماء على العديد من المعايير الأخرى للاستجابة في الإنسان والحيوان للسم . وهذه الاستجابات تتضمن التأثير المرضي ، وتقوية التأثير ، والتسمم العصبي ، والتأثير السرطاني . وستتناول باختصار شديد هذه المعايير لنوضح مدى أهميتها في مجال السمية بالمبيدات :

Pathology

(أ) التأثيرات المرضية

بصرف النظر عن التسمم العصبي الذي يحدث من جراء التعرض لبعض المركبات ، فإن ظهور الحالات المرضية نتيجة التعرض للمبيدات الفوسفورية العضوية لا يكون ملحوظاً بدرجة واضحة ، بينما المبيدات الكلورينية تحدث تغيرات مرضية نسيجية مؤكدة (هستوباثولوجية) ، خاصة في كبد الحيوانات التي تتعرض لمستويات مرتفعة من المبيدات لفترات طويلة . ولقد تضاربت نتائج الدراسات في هذا المجال ، حيث وجد الباحث Kunze ومعاونوه عام ١٩٤٩ حدوث ضرر خلوي في كبد الفئران بعد ستة أشهر من التغذية على غذاء ملوث بالك د.د.ت بتركيز ٥ أجزاء في المليون ، بينما لم يتمكن الباحثان Cameron & Cheng عام ١٩٥١ من تسجيل حالات مرضية في الفئران عند تغذيتها بعد سنة من تغذيتها على غذاء يحتوي على حوالي ٣٥٠ جزء في المليون من مبيد ال د.د.ت . وتوصل باحثون آخرون إلى نتيجة عكسية مؤداها حدوث تلف كبدى في الفئران مع جرعات ال د.د.ت الأعلى من ١٠٠٠ جزء في المليون ، وليس مع التركيزات البسيطة . وفي بعض التجارب كانت

الأعراض المستولوجية تظهر مع الجرعات المنخفضة جدًا (٥ أجزاء في المليون) ، بينما لم تتأثر وظيفة الكبد في الفئران التي تغذت على غذاء ملوث بمقدار ٤٠٠ جزء في المليون أو أقل . ولقد سجلت حالات مرضية في كبد الفئران بعد تغذيتها على غذاء يحوى على الحد الأدنى من التلوث بمبيد الديلدرين والكلوردين (٢,٥ جزء في المليون) ، وكذلك باللددين والتوكسافين (٥٠ جزءاً في المليون) .

ولقد لوحظ حدوث زيادة في وزن الكبد ومحتواه الدهنى من جراء تغذية الفئران على غذاء ملوث بجرعات عالية من المبيدات الكلورينية العضوية . ولقد تأكد الباحثون أن كميات كبيرة من ال د.د.ت تخزن في غدة الأدرينالين بالمقارنة بالأنسجة الأخرى .

Potentiation

(ب) تقوية الفعل السام

المقصود بالتقوية حدوث زيادة معنوية في التأثير السام لمخلوط مبيدين بدرجة تفوق كثيرًا التأثير السام المتوقع من جراء الخلط (سمية المبيد الأول + سمية المبيد الثانى) . ولقد ثبت تنشيط كفاءة الملاثيون عند خلطه مع مبيد EPN . ولقد وصلت درجة التنشيط إلى ٨٨ - ١٣٤ مرة عند خلط الملاثيون مع ال TOCP (ترى أورثو كريسيل فوسفات) . ولقد أُشير إلى أن التقوية تحدث نتيجة لتداخل أحد مكونات المخلوط في عملية تمثيل المكون الآخر ، حيث ثبت أن ال EPN يتداخل مع عمليات انهيار الملاثيون أو ناتج أكسده « مالا أوكسون » ، بينما يقوم ال TOCP بالتداخل مع التحلل المائى لرابطة الكربوكسى إستر للملاثيون بفعل الإنزيمات . ولقد أسفرت الدراسات المعملية زيادة كفاءة إنزيمات الهدم في تقليل سمية مبيدات الفوسفوروثيونات بدرجة أكبر من مركبات الفوسفات ، ويرجع ذلك لطول فترة تلامسها مع المجموعة الأولى ، حيث يستلزم مرور فترة مع المركبات المحتوية على الكبريت ، حتى يتأكسد لمشتقاتها الأكسيجينية الأكثر سمية . وفى عام ١٩٦٢ قام الباحثان Moller & Rider بإعطاء المتطوعين جرعات من مخلوط الملاثيون مع ال EPN ، ولم تسجل أية حالات تقوية تحت هذه الظروف . ويبدو أن التقوية من العوامل الهامة في تحديد الضرر لعمال الرش الذين يتعرضون لمخاليط المبيدات .

Neurotoxicity

(ج) السمية العصبية

من المعروف أن المبيدات الحشرية الفوسفورية العضوية تحير مشتقات لمادة ال TOCP ، وهى المسؤولة عن حالات الشلل أثنى سببها الجنزيبيل Ginger paralysis ، أو Jake-leg في أمريكا ، كما تشترك هاتان المجموعتان من الكيمائيات في خاصية تثبيط نشاط إنزيم الكولين إستريز . ولقد ثبت أن هذا الشلل يرتبط بتحطيم غلاف الميلىن في العصب ، ويطلق على هذه الظاهرة Demyelination كما سبق الذكر . ولقد حدثت حالات التسمم هذه على نطاق واسع في أوائل السبعينيات في مصر بعد استخدام المبيد الفوسفورى الفوسفيل (ليتوفوس) على نطاق واسع لمكافحة آفات القطن . ومن أحسن الكائنات الحية ملائمة لدراسة هذه الظاهرة الدجاج والخراف الصغيرة ، علاوة على

الإنسان . وحدث التسمم العصبي لعدة آلاف من المواطنين في جنوب أفريقيا عام ١٩٥٩ نتيجة لاستخدام زيت الطعام المخلوط بزيت الماكنات المحتوى على نسبة بسيطة من الـ TOCP . ولقد سجلت حالات تسمم عصبي خطيرة في عمال أحد مصانع الكيمائيات التي تصنع مبيد الميافوكس ، وهذه الحالات الحادة يمكن علاجها بالأنتروين . وقد يتم الرجوع للحالة الطبيعية بعد فترات طويلة (من عدة شهور إلى سنوات) تبعاً لوجهة التعرض وشدة التسمم العصبي . ولم يتمكن الباحثون من إيجاد علاقة مؤكدة بين التركيب الكيميائي ومختلف الصفات الطبيعية والصيدلانية للمبيدات وإحداث ظاهرة التسمم العصبي المتأخر . ولقد أشار الباحث Davies ومعاونوه عام ١٩٦٠ إلى الدور الوسيط لإنزيم الكولين إستريز ، حيث إن معقد الإنزيم والمبيد ذا النشاط العكسي يحدث ميكانيكية تؤدي إلى انتقال المجموعة السامة (الفلوريد في مركب DFP ، ومشتقات الكريزوليك في الـ TOCP) إلى المكان الحساس في النسيج ، ثم يحدث له انفراد . ولقد قام بعض الباحثين عام ١٩٦١ بدراسة توزيع الكولين إستريز في الحبل الشوكي وساق المخ في الدجاج والفئران والأرانب والقطط وخنازير غينيا ، ولم يجدوا علاقة بين التسمم العصبي بالمبيدات الفوسفورية العضوية ومراكز نشاط الكولين إستريز ، مما يحول دون تفسير اختلاف حساسية الأنواع المختلفة من حيوانات التجارب لهذه الظاهرة . وقد تحدث ظاهرة التسمم العصبي المتأخر ، بالرغم من حدوث أى درجة تثبيط للكولين إستريز ، لذلك لابد أن تشمل اختبارات تقييم المركب قبل التسجيل معرفة تأثيره في إحداث التسمم العصبي المتأخر ، خاصة كل المبيدات المناهضة للكولين إستريز . ويفضل إجراء التجارب على الدجاج .

Carcinogenic effects

(د) التأثيرات السرطانية

من أعقد الأمور محاولة تحديد الفعل السرطاني لمخلفات المبيدات في المواد الغذائية ، وهذا يرجع إلى أن معظم المركبات الكيميائية ذات تأثير سرطاني ضعيف ، أو تحتاج لفترة طويلة لإحداث هذا التأثير ، مما يحتم استخدام أعداد كبيرة من حيوانات التجارب ، والتي يجب أن تستمر لفترات طويلة . ولقد ثبت أن العديد من المواد التي تحدث سرطانات في الإنسان تحدث نفس الشيء في العديد من حيوانات التجارب ، ولو أنه في حالات كثيرة لم يتمكن الباحثون من إحداث السرطانات في الحيوانات عن طريق تعريضها لظروف مماثلة لما يتعرض لها الإنسان . وهناك العديد من المواد التي أحدثت السرطانات في الحيوان ، ولم تكن هناك علاقة بينها وبين الإنسان ، مما يشير ويؤكد اختلاف الحساسية بين الإنسان والحيوان في هذا الخصوص ، وكذلك بين أنواع الحيوانات المختلفة بالنسبة للمادة الواحدة .

ومما يصعب الدراسات الميدانية عن تأثير المبيدات في إحداث السرطانات هو عدم إمكانية تمييز الناس الذين يتناولوا غذاء ملوثاً بالمبيدات ، وهؤلاء الذين يتناولون الطعام الخالي من مخلفات هذه السموم ، ما يجعل الدراسة المقارنة عديمة المعنى من الناحية العملية ، ولكن يمكن إجراء هذه الدراسات بين مجموعات مختلفة من الناس يتفاوتون في درجة تعرضهم للمبيدات ، كما يمكن دراسة

وحصر حالات السرطان كل عام ، ومحاولة ربطها بموقف ، واستخدام المبيدات لعدة سنوات مضت . ولقد أثبتت إحدى الدراسات المقارنة في أمريكا عدم اختلاف حالات الإصابة بالسرطان من جراء استخدام المبيدات لأربع سنوات متتالية في إحدى ولايات الميسيسيبي . وفي دراسة أخرى سببت المبيدات ٤٠ حالة سرطان من بين ١١٩٥ حالة تسمم دموى . ولقد صنفت ٤٥ مادة تحدث هذه التأثيرات ، من بينها الكلوردين والليندين .

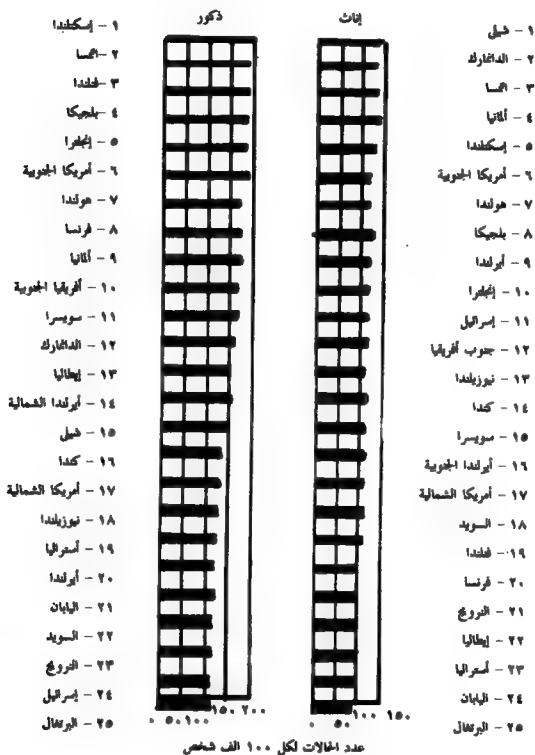
ومن المواد التي ثبت إحداثها للسرطان عند تناول أغذية ملوثة بها مركبات الزرنيخ ، والذي يحدث السرطان في الكبد والجلد ، كما أثبتت الفحوص والإحصائيات في مصانع النسيج ، حيث يتعرض العمال لهذه المركبات ، أو يشربون نبيذًا ملوثًا بمخلفات الزرنيخ . ولم تحدد نسبة العمال الذين يصابون بهذا الداء الرهيب . ولم تسجل علاقة مؤكدة بين المدخنين الذين يدخنون سجائر من دخان ملوث بمركبات الزرنيخ وحالات سرطان الرئة ، حيث إن دخان تركيا خال تمامًا من الزرنيخ ، إلا أن حالات سرطان الرئة في الأتراك الذين يعيشون في مدينة إسطنبول مرتفعة . وبما يعتقد المشكلة أن مركبات الزرنيخ تستعمل على نطاق واسع في مجالات متعددة (حتى كأدوية) ، وتوجد طبيعيًا في العديد من الأغذية ، خاصة السمك والقشريات الأخرى ، كما أن اللبن يحتوى في المتوسط على ٠,٣ إلى ٠,٥ جزء في المليون ، مما يشير إلى عدم استحالة إزالة مخلفات الزرنيخ تمامًا من المواد الغذائية التي يتناولها الإنسان .

وهناك مركب الأراميت الذى يستخدم في مكافحة الأكاروسات بكفاءة عالية . وبالرغم من أن سميته الحادة منخفضة للغاية ، إلا أن الحد المسموح بتواجده في الغذاء يجب ألا يتعدى جزءًا واحدًا في المليون . ولقد أثبتت الدراسات التوكسيكولوجية أن هذا المركب يحدث السرطان في كل من الفئران والكلاب عند تناولهم غذاء ملوثًا بأكثر من ٥٠٠ جزء في المليون . كما أن مركب الأمينوترايزول الذى يستخدم لمكافحة بعض الحشائش في مزارع الذرة والفواكه ، وبالرغم من قلة السمية الحادة ، إلا أنه يحدث سرطان الغدة الدرقية بعد أسبوعين فقط من تغذية الحيوانات على غذاء ملوث بكميات تتراوح بين ٦٠ إلى ٢٠٠ جزء في المليون ، حيث ثبت أن هذا المركب يثبط نشاط إنزيمات الكاتاليز والبيروكسيداز في الغدة الدرقية وغيرها من الأنسجة ؛ مما يقلل من حركة اليود . ومن الغريب أن هذه المواد تؤخر حدوث السرطان في كبد الحيوانات التي تعرضت لبعض المواد السرطانية .

ولقد ثبتت مقدرة العديد من المواد على إحداث السرطان ، مثل الـ د.د.ت. ، والألدرين ، والديلدرين ، والـ IPC ، وكذلك العديد من الكيماويات التي لا علاقة لها بالمبيدات ، مثل : المواد الحافظة للغذاء من التلف أثناء التخزين ، وفي المعلبات وغيرها .

والشكل (٤ - ١) يوضح حالات الوفاة بالسرطان في بعض بلدان العالم من إحصائيات قديمة خلال ١٩٦٦ - ١٩٦٧ وسردها هنا لتوضيح الاختلاف في الوفاة بالسرطان بين الذكور والإناث تبعًا للظروف الاجتماعية لكل دولة بقصد أن يعرف القارئ أن هناك أسبابًا كثيرة للإصابة بالسرطان

وليست المبيدات ، وبالرغم من كونها مواد سامة هي المسبب الوحيد لذلك .. كما سيأتى ذكره فيما بعد .



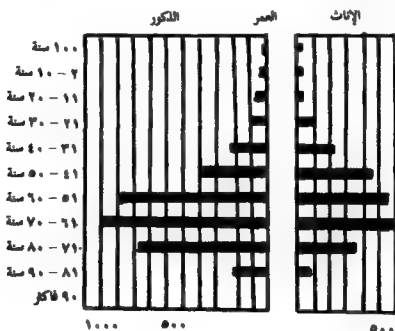
شكل (٤ - ١) : حالات الرقاة بالسرطان في الفترة من ١٩٦٦ - ١٩٦٧ .

وجداول (٤ - ١) يبين الاختلاف بين الأجناس في مكان الإصابة السرطانية وشدة حدوثها .

جدول (٤ - ١) : علاقة الأجناس بالإصابات السرطانية .

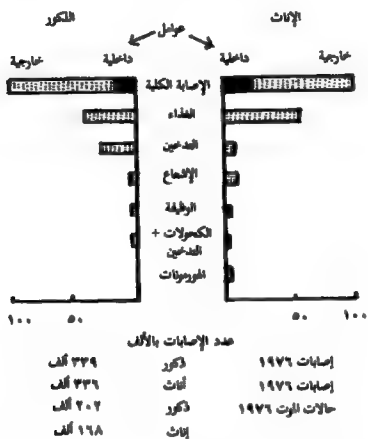
عدد المصابين لكل ١٠٠ ألف شخص / سنة									
الذكور					الإناث				
المصدر	أعلى إصابة	أقل إصابة	المصدر	أعلى إصابة	أقل إصابة	المصدر	أعلى إصابة	أقل إصابة	المصدر
الكد	موزمبيق	١٠٣,٨	كد	٠,٣	عقل الرحم	كولومبيا	١٠٠,٦	إسرائيل	٥,٩
الرئة	إيطاليا	٩٧,٦	أوغندا	٠,٩	الغدد القلبية	أمريكا	٥٩,٣	سفالغور	٨,٠
للمعدة	اليابان	٩٥,٥	أوغندا	٢,٣	الجفد	كد	٤٧,٩	بنارواي	٠,٣
البروستاتا	أمريكا البيضاء	٤٠,٩	سفالغور	٠,٩	للمعدة	اليابان	٤٧,٧	سفالغور	٣,٧
الجفد	كد	٢٨,٢	أفريقيا الجنوبية	١,٤	الكبد	موزمبيق	٣٠,٨	كد	٠,١
القولون	أمريكا	٢٥,٤	أوغندا	٠,٣	الثآليل	أمريكا	٢٥,٤	نيجيريا	٢,١
الأنف	بورتوريكو	١٨,٠	نيجيريا	١,٢	للمسح	الدانمارك	١٠,٢	نيجيريا	٠,٩
المسح	الدانمارك	١٦,٣	أوغندا	١,١	الرئة	إيطاليا	٩,٩	نيجيريا	١,٤
					الأنف	بورتوريكو	٧,٧	نيجيريا	٠,٧

والشكل (٤ - ٢) يوضح العلاقة بين عمر الإنسان والإصابة بالسرطان . ويتضح أن احتمال الإصابة في الأطفال ضعيفة جدًا .



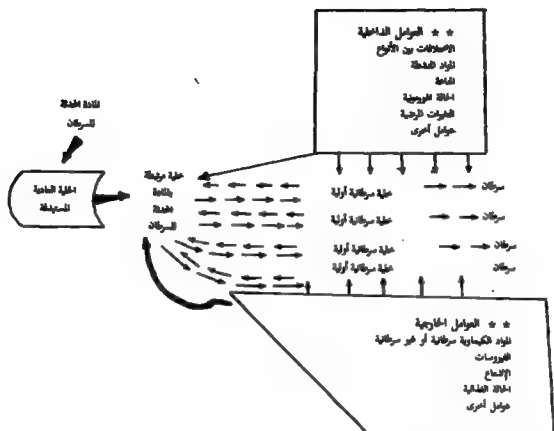
شكل (٤ - ٢) : العلاقة بين عمر الإنسان والإصابة بالسرطان .

ونفس الحال مع الشيوخ (٩٠ سنة) وأكثر الناس إصابة تتراوح أعمارهم من ٦١ - ٧٠ سنة في المتوسط . وشكل (٤ - ٣) يوضح أسباب الإصابة بالسرطان ، والتي يمكن إجمالها في العوامل الداخلية والخارجية ، ومن أهمها : نوع الغذاء ، والتدخين ، والتعرض للإشعاع (الأشعة فوق البنفسجية وأشعة إكس) ، وطبيعة المهنة ، وتناول الكحوليات ، ثم المواد الهرمونية . وتعتبر العوامل البيئية من أكثر العوامل المسؤولة عن الإصابة بالسرطان . ولقد وصلت حالات الوفاة بهذا المرض الخطير عام ١٩٧٦ حوالى ٢٠٢ ألف في الذكور ، و ١٦٨ ألف في الإناث .



شكل (٤ - ٣) : العوامل الخارجية والداخلية التي تسبب السرطان

وابتداء من عام ١٩٧١ بدأت الوكالة الدولية لبحوث السرطان (IARC) في مدينة ليون بفرنسا بتقييم إمكانية حدوث السرطان بالكيماويات . وفي عام ١٩٧٨ تم تقييم حوالى ٣٦٠ مركب ، ونشرت نتائج هذه الدراسة في ١٧ مجلداً كبيراً ثبت أن ٢٦ مركبا كيمياليا يحددون السرطان بدرجة مؤكدة نذكر منها : الأميتول ، والأراميت ، وسادس كلوريد البنزين ، والد.د.ت ، والديلدرين ، والكلورينزيليت ، والدياليت ، والميريكس ، والنهرون ، والزيرام ، والبروفام ، والزيكران ، والزينب ، تمثل مييدات حشرية وفطرية وحشائش وغيرها . والشكل (٤ - ٤) يوضح كيفية تحول الخلية العادية إلى خلية سرطانية بفعل العوامل الداخلية والخارجية والظروف التي تساعد على حدوث الإصابة لهذا التحول الخلوى .



شكل (٤ - ٤) : العوامل التي تحول الخلايا العادية السليمة إلى خلايا سرطانية

ويجب ألا نستغرب إمكانية أن تعود الخلايا المصابة بالسرطان مرة أخرى إلى حالتها الطبيعية كما حدث من جراء استخدام مبيد سادس كلورور البنزين . وجداول (٤-٢) يوضح نسبة الوفاة بالسرطان من جراء التدخين (المسجائر ..) .

جدول (٤ - ٢) : العلاقة بين الوفاة بالسرطان والتدخين .

معدل الوفاة/سنة/ ١٠٠٠ شخص في الحالات الآتية

سبب الوفاة	جميع الرجال	غير المدخنين	جميع المدخنين	مدخنون يتناولون مسجائر	مدخنون أقلوا منذ	مدخنون أقلوا منذ
				١٥-٢٤	٢٥ فأكثر	٢٠ سنة فأكثر
سرطان الرئة	٠,٨١	٠,٠٧	٠,٩٠	٠,٤٧	٠,٨٦	١,٦٦
سرطانات أخرى	٢,٠٢	٢,٠٤	٢,٠١	١,٥٦	٢,٦٣	١,٣١
أمراض تنفسية	١,١٠	٠,٨١	١,١٣	١,٠٠	١,١١	١,٤١

يتضح من ذلك أن العبرة في إحداث السرطان من جراء تدخين السجائر يرتبط بعدد السجائر وعادات التدخين ، كما حدث تقليل الوفاة بالسرطانات نتيجة للإقلاع عن التدخين .

٣ - العلاقة الكمية بين جرعة المبيدات والتأثيرات الضارة على الإنسان

هناك العديد من المصادر عن المعلومات الخاصة بكميات المبيدات التي تحدث تسممًا في الإنسان ، مثل البيانات التي تعتمد على الخبرة عن استعمال هذه السموم ، أو حالات التسمم العرضي ، أو دراسات المتطوعين الآدميين . وفي بعض الأحيان يمكن وضع رقم للجرعة القصوى الممكن تحملها ، أو تلك التي تحدث الضرر . وفي حالات أخرى لا توجد أرقام ، بالرغم من وجود فترة بين استخدام المركب ، وكذا حدوث حالات تسمم عن العلاقة بين الجرعة والتأثير . وهناك اختلافات كمية بين بيانات الاستخدام والتسمم المباشر أو العرضي ، لأن الأخيرة ذات نقاط ضعف من أهمها التعرض لأكثر من مركب واحد .

وتمثل دراسة التأثيرات الضارة للمبيدات على عمال مصانع التخليق والتجهيز والتعبئة الذين يتعرضون للسموم ، ولمدد طويلة ، مجالًا في غاية الأهمية ، ولو أن ذلك يخالف الوضع العام للتعرض لبقية السكان . والمشكلة في دقة البيانات في هذه الدراسة تتمثل في تحديد درجة التعرض اليومي . ويمكن قياس درجة تعرض الأفراد لمخلفات المبيدات في الغذاء ، والناجمة من التلامس المهني والانتشار بالرياح وغير ذلك من العوامل البيئية ، ولو أن ذلك في غاية الصعوبة ، نظرًا لصغر الكميات الملوثة من المبيدات . ويمكن قياس درجة التعرض للمبيدات الكلورينية ، مثل الـ د.د.ت ، والتي تتميز بتخزينها في الدهون بتقدير كمياتها أو أحد نواتج تمثيلها في الأنسجة الدهنية أو في البول . ولقد ثبت اختلاف كميات الـ د.د.ت في أنسجة الإنسان تبعًا لنوعية وطبيعة الغذاء ، وكذلك درجة التعرض المهني . ويمكن بقياس درجة التعرض للمبيدات الفوسفورية العضوية للبراثيون وبعض المركبات الفوسفورية الأخرى في البول ، وهو الباربا - نيتروفينول ، تحديد درجة تعرض الإنسان لهذه السموم .

ومن الثابت تجمع معلومات مؤكدة عن كمية السم التي تحدث درجات مختلفة من الضرر من جراء التسمم العرضي ، علاوة على البيانات الناجمة من تجارب المتطوعين ، والتي تناول التعرض بالطرق المختلفة عن طريق الفم والجلد والاستنشاق ، وكذا تكرار التعرض بجرعات متكررة . وتمثل حالات التسمم بالمبيدات الكلورينية عرضيًا ، أو في حالات الانتحار معظم حالات الضرر بدرجة تفوق ما يحدث من الاستخدام المباشر لهذه السموم . ويمكن بتقدير كميات الـ DDA في البول معرفة درجة التعرض . وبالنسبة للمبيدات الفوسفورية لم يؤد تناول غذاء ملوث ببعض مركباتها بالجرعات الموصى بها ، ولمدة شهر متواصل إلى خفض نشاط إنزيم الكولين إستريز في الدم أو البلازما ، ولم يتعد الضرر بعض حالات الإسهال ، علاوة على أعراض أخرى .

لقد حدث تطوير كبير في الكيمياء التحليلية الخاصة بالتقدير والكشف عن مخلفات مبيدات الآفات في السنوات الأخيرة . ويمثل الكروماتوجرافى الغازى كوسيلة للتنقية والفصل أسلوبًا ناجحًا للغاية ، خاصة بعد تطوير مقدرته على الكشف عن المخلفات عن طريق تزويده بالكاشفات المختلفة ، مثل تلك التى تعتمد على التوصيل الحرارى أو حارق الأيونات أو قياس التغير في التيار الكهربى أو صائد الإلكترونات . ويقيد هذا التكنيك مع المبيدات الكلورينية والفوسفورية العضوية المحتوية على الكبريت . وتختلف حساسية هذه الطرق تبعًا للعديد من الاعتبارات . ويمكن الكشف عن مخلفات المبيدات عند تواجدها بكميات ضئيلة للغاية ١٠ - ٦ حتى ١٠ - ١٨ جزء في المليون . وهذه الحساسية المفرطة تمكن من الكشف عن مدى صدق المعيار صفر الاحتمال Zero tolerance ، أى عدم وجود مخلفات بالمرة في المحاصيل الغذائية من جراء استخدام المبيدات التى تحدث سرطانيًا ، خاصة في اللبن والخضراوات والفواكه . وكلما تطورت وسائل الكشف عن المخلفات قد يتغير الوضع الحالى ، حيث سيثبت أن العديد من المواد الغذائية التى كانت تتداول وتستخدم في الاستهلاك آدمى لاتصلح لاحتوائها على مخلفات خطيرة لم يكن من الممكن تقديرها قبل ذلك بالوسائل المتاحة حينئذ . ومن الأمور المفزعة حاليًا تواجد مخلفات بعض المبيدات الكلورينية في لبن الأمهات في بعض البلدان حتى المتقدمة . وفيما يلى فكرة عن تواجد مخلفات المبيدات في المواد الغذائية .

(أ) المواد الزراعية الخام

Raw Agricultural Produce

يحدث تلوث للنباتات والمنتجات الزراعية بالمبيدات عن ثلاث طرق هى :

- ١ - عن طريق المعاملة المباشرة بالكيميائيات لمكافحة الآفات .
- ٢ - عن طريق انتشار جزيئات الرش أو التعفير من المناطق المجاورة التى تستخدم فيها .
- ٣ - من التربة الملوثة من سنوات سابقة بالمبيدات . ويجب أن تتوافر معلومات عن حجم هذه المشكلة ، بمعنى كمية المواد الزراعية الخام الملوثة بالمبيدات ، خاصة لأكثر من الحدود الآمنة المسموح بتواجدها . وللأسف الشديد لاتوجد سجلات في معظم دول العالم عن أن استخدام المبيدات بالتركيزات الموصى بها أحدث أضرارًا للنباتات المعاملة . وفي حالة وجود مخلفات عالية يرجع المهتمون بهذا الموضوع إلى التأكد من كمية المبيد التى استخدمت في البداية وميعاد التطبيق . ومن هذا المنطلق يحدد معامل الأمان لكل مركب مع التوصية ، علاوة على معامل الأمان - ١٠٠ أو أكثر - الخاص بتحديد حد ومستوى الأمان . وتنص توصيات هيئة الزراعة والأدوية الأمريكية على أنه في حالة وجود مخلفات نوعين أو أكثر من المبيدات ذات التأثيرات الدوائية المتشابهة يجب ألا تزيد كمية المخلفات عن (١٠٠) ، وهذه تخفف من القيود بالنسبة للفلاحين ، حيث يقومون برش كل ميد على حدة ، والاستفادة من كمية المحلول المسموح بها .

من المؤكد أن المبيدات الكلورينية تتجمع في الدهون الموجودة في جسم الحيوانات التي تعرضت لها ، وذلك لشدة ميلها للذوبان في الليبيدات ، ونظرًا للمعاملة المباشرة بالمبيدات أو وصولها لداخل الجسم من جراء تناول الحيوانات للغذاء الملوث ، فإن الدهون الموجودة في لحوم الحيوانات لابد أن تحتوى على مخلفات هذه السموم . ولقد حددت وكالة الأغذية والدواء الحدود الآمنة للمخلفات بالجزء في المليون كما يلي : كورال (١) ، د.د.ت (٧) ، لندن (٧ أو ٤ تبعًا للنوع) ، الملائثيون (٤) ، ميثوكسى كلور (٣) والتوكسافين (٧) في دهن لحوم البقر والماعز والدجاج (ملائثيون فقط) والأغنام . وللأسف الشديد لا يوجد حصر لمدى تواجد مخلفات المبيدات في لحوم الحيوانات المعروضة في الأسواق في مختلف بلدان العالم ، إلا أن بعض الدراسات الفردية أثبتت وجود كميات كبيرة من الـ د.د.ت في المواد الغذائية المحتوية على اللحوم . والحيوانات التي تدر اللبن ، والتي تتعرض للمبيدات الكلورينية نلاحظ أن هذه المواد تخرج في اللبن . وحيث إن اللبن يعتبر الغذاء الرئيسى للأطفال الرضع الشديدي الحساسية بدرجة غير عادية لفعل هذه السموم ، فإن المنظمات المسؤولة عن صحة الإنسان لاتوصى بوجود أية آثار من هذه المبيدات ، بمعنى أن الحد الآمن في اللبن يساوى صفرًا . ولقد أشار الباحث Mann وزملاؤه إلى أن عمليات تجهيز اللبن بما فيها البسترة لم تخلص اللبن من مخلفات الـ د.د.ت في الدهن . كما أثبتت الدراسات أن كميات الـ د.د.ت توجد بمقدار ٠,٥ جزء في المليون . ولقد وجدت كميات صغيرة من الـ د.د.ت تراوحت من ٠,٠١ إلى ٠,٧٧ جزء في المليون في اللبن الآدمى بمتوسط ٠,١٣ ، بينما وصل تركيز الـ د.د.ت في الجزء الدهنى من لبن صدر الأمهات إلى ٣,٢ جزء في المليون .

ولقد أثبتت الدراسات كذلك وجود مخلفات الـ د.د.ت والأندرين وغيرها من المبيدات الكلورينية في بيض الدجاج البياض الذى تغذى على علائق ملوثة . ويمكن القول إن بيض المائدة يمثل مصدرًا كبيرًا لمخلفات هذه المواد في الوجبات الحالية من اللحوم .

من الأهمية بمكان دراسة مخلفات المبيدات في كل مكونات الوجبات الغذائية على حدة ، حتى يتمكن المسؤولون من وضع التشريعات التي تحمى الإنسان من الضرر ، ولهذا تجب معرفة كميات المخلفات التي يستهلكها الناس فعليًا ، وهذه لا يمكن تخمينها أو حسابها نظريًا ، لأن الغذاء يتكون من العديد من المكونات ، ولا يمكن القول إن المكونات التي لا ترش بالمبيدات خالية تمامًا من المخلفات ، لأن احتمالات التلوث العرضى كثيرة وقائمة . ولقد أسفر حصر الأطعمة التي تقدمها المطاعم وغيرها من المؤسسات عن وجود مخلفات ولو ضئيلة من الـ د.د.ت . ويوجه عام .. ثبت أن الأطعمة التي تطهى مع الدهون ، وتلك التي تحتوى على اللحوم والزيت بها كمية مخلفات عالية من الـ د.د.ت ، عن غيرها من الأطعمة . واتضح أن ناتج تمثيل الـ د.د.ت ، والمعروف بالـ DDE ، يتكون بنسبة

كبيرة كلما كانت محتويات الغذاء من الـ د.د.ت كبيرة . ولقد استنتج Walker ومعاونوه عام ١٩٥٤ أن جميع الوجبات التي اختبرت لم تكن تحتوى على كميات من الـ د.د.ت إلى الحد الذى يسبب أضراراً سامة ، تبعاً لمعايير التسمم المزمن عن طريق الفم لهذا المركب . وفى ألاسكا ثبت وجود مخلفات د.د.ت فى الغذاء الذى يقدم للمرضى فى المستشفيات بمتوسط ٠,١٨٤ مللجم / د.د.ت ، وكذلك ٠,٢٦ مللجم DDE .

Water

(د) الماء

تمثل مخلفات المبيدات فى مياه الشرب مشكلة خطيرة بالنسبة لصحة الإنسان . ويحدث التلوث بعدة وسائل ، قد تكون مباشرة ، أو بالانتقال العرضى من المناطق المجاورة خلال عمليات الرش ، أو من جراء التسرب من المساحات المعاملة بالمبيدات مع حركة الماء . ومن حسن الحظ أن الحساسية العالية للأسمك لمعظم المبيدات المستخدمة فى مكافحة الآفات تعطى مؤشراً دقيقاً وواقعياً عن حالة تلوث المجرى المائية الموجودة بها . وعلى سبيل المثال .. فإن الأندرين والتوكسافين يحددان سمية للأسمك بتركيزات ضئيلة جداً (جزء واحد فى المليون) ، ومن ثم يمكن الكشف عن مخلفات المبيدات حيوانياً باستخدام الأسمك كحيوانات تجارب . ولا تمثل المبيدات التابعة للمجموعة الفوسفورية أو الكاربامات مشكلة كبيرة فى هذا الخصوص لسرعة تحللها المائى ، كما فى حالة السيفين والجوثيون وغيرها . وتعتبر التربة ومحتواها المائى كمصيدة لمخلفات المبيدات وتخفيف التركيزات الموجودة ، ومن ثم تقليل مابصل للنباتات المزروعة فيها . ومن المؤسف أن عمليات التنقية التى تجرى للمياه حتى تصبح صالحة للشرب لا تخلصها من مخلفات المبيدات خاصة من المجموعة الكلورينية . وتوجد المخلفات ، فى المياه فى حدود ٠,٠٠١ جزء فى المليون ، ويشرب الإنسان يومياً حوالى ٢ لتر ماء يحتويان على ٠,٠٠٢ مللجم من مخلفات المبيد . وهذه الكمية وبناء على المعلومات المتاحة عن السمية — لا تحدث ضرراً على المستوى الحاد أو تحت الحاد لمعايير السمية .

(هـ) التأثيرات الضارة لبعض مكونات الغذاء الطبيعية

عند تناول موضوع تأثير مخلفات المبيدات الضارة على صحة الإنسان يجب ألا ننفل إمكانية حدوث تسمم من بعض المواد السامة الموجودة طبيعياً ، أو التى تضاف إلى الطعام آدمى والحيوانى . وتختلف نوعية الطعام من بلد لآخر ، وتحكمها عوامل تاريخية وثقافية ، علاوة على العادات والسلوك . وفى معظم الأحيان لا تمثل القيمة الغذائية العامل المحدد لاختيار نوعية الغذاء بقدر ما يتحكم فى ذلك الاختيار الموقع الجغرافى والعادات . ومن المؤسف أن غالبية الشعوب تفضل الغذاء الحيوانى عن النباتى . ويمكن القول إن الناس لو علمت بطبيعة المواد الموجودة فى النوع الأول ، علاوة على صعوبة الهضم وغير ذلك من الأضرار ، لفضلت الغذاء النباتى بدرجة كبيرة . ومن أحسن الأمثلة على المواد الطبيعية الموجودة فى الطعام الأكسالات ، والتى توجد بكميات كبيرة فى الكرنب ، والإسفاناخ « السبانخ » وغيرها من الخضروات . وفول الصويا غير المطهى

يحتوى على مضادات التريسين Antitrypsin الذى يؤثر على عملية الهضم . وتحتوى بذور القطن على الجوسيبول . وتحتوى بعض أنواع الفول السوداني على السيانيديات ، وتحتوى الحبوب على Phytate التى تتدخل مع عمليات التكلس . ويوجد السابونين في العديد من الأطعمة ، مثل :البطاطس ، وفول الصويا ، والبنجر ، والخيز ، والفواكه ، والطماطم ، والبرتقال . ولقد تم عزل مركب مضاد للغدة الدرقية Antithyroid من الأجزاء التى تؤكل طازجة لبعض الخضروات من عائلة الخردل ، خاصة اللفت .

ولقد أظهرت الدراسات في هذا المجال أن العديد من المركبات الطبيعية التى توجد في الأطعمة تعتبر مفيدة ونافعة للإنسان والحيوان عند تواجدها بتركيزات بسيطة ، وعلى العكس .. تحدث أضراراً وتسممات عند التركيزات العالية . ومن أحسن الأمثلة في ذلك فيتامين « أ » ، وفيتامين « د » ، حيث تحدث زيادتهما أعراضاً مرضية خطيرة « Hypervitaminosis » . وفي المقابل لا يمكن الاستغناء عن تواجدها في الغذاء تجنباً لضرر نقصها على الصحة العامة ، خاصة في الأطفال . وبالرغم من أهمية الكوبالت في تكوين فيتامين (B12) للإنسان ، إلا أن استمرار تعاطيه حتى بكميات صغيرة يحدث زيادة في احمرار الدم « Polycythemia » . ويؤدى استمرار إعطاء الريوفلافين أو حامض الفوليك إلى التحطيم الكلى في الفئران ، كما أن زيادة سكر اللاكتوز في غذاء الفئران سبب لها فقد البصر « Cataract » .

ومن أوضح الأمثلة التى نهم حياة كل فرد منا تمثل في أن زيادة السرعات الحرارية التى نحصل عليها من أنواع معينة من الغذاء تؤدي إلى السممة المفرطة ، مما يزيد من مخاطر الإصابة بالبول السكرى ، وزيادة الضعف ، وغيرها من الحالات المرضية . ولقد ثبت أن الإفراط في تعاطي البيض يحدث سرطانات في الفئران ، كما أن السلينيوم رغم ضرورة تواجده في الغذاء ، إلا أن زيادته تحدث السرطان . وزيادة ملح الطعام لدرجة ٢,٨ ٪ من الوزن أحدث مظاهر مرضية خطيرة في حيوانات التجارب ، مثل : الارتفاع الخطير في ضغط الدم ، وعلامات التوتر ، وتكوين الأورام الدهنية ، وانسداد الشرايين ، وتقصير فترة الحياة .

ويؤخذ الفلورين في الوقت الحالى مع الماء ، أو تعامل به الأسنان لحمايتها من التسوس ، ولكن زيادته عن الحد المناسب تحدث أضراراً خطيرة في الطعام . ونعود مرة أخرى للتأكيد على أهمية العلاقة بين الجرعة والتأثيرات الجانبية الضارة لجميع أنواع الكيمياتيات .

Human poisoning

(و) حالات تسمم الإنسان من مخلفات المبيدات

Agricultural usage

١ - حالات تسمم من جراء التطبيق الزراعي

هناك نوعان من الضرر يجب أخذهما في الاعتبار عند تقييم ضرر مخلفات المبيدات على الصحة العامة . الأول : يتمثل في احتمال حدوث ضرر حاد نتيجة لتعاطي المخلفات خلال يوم واحد أو عدة

أيام . والثاني : يشمل التأثيرات الضارة على المدى الطويل ، والناتجة من استمرار تعاطي كميات صغيرة من السموم يومياً ولعدة سنوات . ومن المشاهدات الميدانية أمكن استنتاج عدم حدوث أضرار حادة من جراء المخلفات الموجودة في المواد الغذائية ، لأنها غالباً تكون بكميات ضئيلة جداً ، خاصة في الدول التي تراعى الحدود المسموح بتواجدها من هذه السموم ، طالما كانت تستخدم بالتركيزات والطرق والتعليمات المطلوبة . ولو أن هناك العديد من حالات التسمم الحاد التي حدثت من جراء تناول أغذية محتوية على نسبة عالية من المخلفات نتيجة مخالفة التعليمات ، فلقد تسمم العديد من الناس في أمريكا عندما أكلوا أحد النباتات الحضرية التي عوملت بسلفات النيكوتين بتركيز عال (ضعف الموصى به) ، وبعد الرش بيوم واحد فقط وحتى بعد أسبوعين وجدت مخلفات في حدود ٦٩ - ١٢٣ جزء في المليون ، بينما الحد المسموح به من هذا المركب جزءان في المليون فقط .

وفي الماضي سجلت حالات تسمم من تناول خضروات مرشوشة بالوكسافين ، ولم يؤد الغسيل بالماء أكثر من مرة للتخلص من المخلفات ، مما دعا لتحريم استخدامه على النباتات القريبة من النضج . وفي أحوال قليلة حدث تسمم من جراء أكل جريب فروت ملوث بالسيانيد . وفي مصر سجل العديد من حالات التسمم خلال موسم رش القطن بالمبيدات ، خاصة من جراء الرش الأرضي بالمبيدات الشديدة السمية ، مثل اللاتيت وغيره من مبيدات الكاربامات ، وكذلك الفوسفورية العضوية . أما حالات الضرر الحادة أو المزمنة الناتجة من جراء تناول الأغذية أو المياه الملوثة بمخلفات المبيدات ، فلأسف الشديد لا توجد سجلات لحدوثها ، وما لاشك فيه أنها تمثل خطورة كبيرة على صحة الإنسان المصري نتيجة لعدم التزام الفلاحين بنوعية المبيدات ، والطرق المناسبة ، وكذا التوقيت المناسب لإجراء عمليات مكافحة الآفات بالمبيدات .

٢ - حالات تسمم من جراء التلوث خلال التخزين أو الشحن

Storage or shipment

يحدث كثير من حالات التسمم نتيجة لتلوث المواد الغذائية بالمبيدات السامة وخلال الشحن كما حدث في إنجلترا على سبيل المثال عندما تسمم ٤٩ شخصاً تناولوا خبزاً صنع من دقيق لوث بالأندرين عند نقله في عربات السكك الحديدية التي شحنت فيها كميات الأندرين قبل ذلك . وحدثت مئات الوفيات في الهند نتيجة لتلوث المواد الغذائية أثناء الشحن والنقل . ولتجنب حدوث هذه الأضرار يجب وضع بطاقات بها بيانات واضحة وتفصيلية وتحذيرية تحجباً لتلوث المواد الغذائية عن هذا الطريق . ولا يمكن أن ننسى تسمم الناس في سنغافورة عام ١٩٥٩ من تناول الشعير الملوث بالباراثيون ، ولقد ثبت من الإحصائيات في هذه الحادثة شدة حساسية الأطفال الصغار ، بالمقارنة بالكبار للتسمم بهذا المبيد . ولقد قدرت جرعة الباراثيون القاتلة بمقدار ١١ ملجم / كجم ولم يكن متاحاً غير الأثريون كمضاد للتسمم في ذلك الوقت ولقد حدث في الولايات المتحدة الأمريكية ، رغم القيود الشديدة المنظمة لتلوث المبيدات أن

تسمم عدداً من الأولاد من جراء ارتداء بنطلونات لوئت بالفوزدين خلال الشحن من المصنع حتى مكان التجهيز .

Crop workers

٣ - حالات تسمم العمال الزراعيين من مخلفات المبيدات

كثيراً ما يحدث تسمم للعمال الزراعيين من مخلفات المبيدات خلال عمليات جمع وقطف الثمار أو الحف أو الزراعة أو الري . ويمكن مشاهدة ذلك من تتبع صحة العمال ، وكذلك انخفاض مستوى نشاط إنزيم الكولين إستريز في الدم . وتحدث هذه الحالات إذا تعرض العمال لمخلفات المبيدات خلال يوم أو يومين من المعاملة . ويتبع الضرر غالباً من تحلل المبيد عن طريق الجلد بدرجة أكبر من دخوله عن طريق الجهاز التنفسي . وهذا يوضح أهمية ارتداء الملابس الواقية والالتزام بمجمع النباتات بعد الفترة المسموح بها من قبل الجهات المسئولة عن هذا الموضوع .

والجدول (٤ - ٣) يوضح حالات التسمم التي أمكن تسجيلها بواسطة إحدى الوكالات الأمريكية عام ١٩٦٩ من جراء التعرض المباشر والعرضي ، وكذلك خلال نقل المبيدات وتخزينها وتناول مواد ملوثة بالمبيدات ، علاوة على التسمم نتيجة لسوء التطبيق .

جدول (٤ - ٣) : حالات التسمم من جراء التعرض المباشر والعرضي للمبيدات .

سبب الحادثة	نوع المبيد المستعمل	المواد الملوثة بالمبيد	الحالات التي تأثرت بالمبيد	عدد الوفيات	مكان التسمم والموت
التلوث خلال نقل المبيدات أو تخزينها	أندرين	دقيق	١٥٩	صفر	ويارز
	أندرين	دقيق	٦٩١	٢٤	قطر
	أندرين	دقيق	١٨٣	٢	السعودية
	ديلدرين	مواد غذائية	٢٠	صفر	الهند
	ديازينون	مخلوط بقوليات	٢٠	صفر	أمريكا
	باراثيون	قمح	٣٦٠	١٠٢	الهند
	باراثيون	شعير	٣٨	٩	مالايا
	باراثيون	دقيق	٢٠٠	٨	مصر
	باراثيون	دقيق	٦٠٠	٨٨	كولومبيا
	باراثيون	سكر	٣٠٠	١٧	المكسيك
	باراثيون	رقائق الخبز	٣	صفر	كندا
	ميفينفوس	نباتات	٦	صفر	أمريكا

سبب الحادثة	نوع المبيد المستعمل عن التسمم	المواد الملوثة بالمبيد	الحالات التي تأثرت بالمبيد	عدد الوفيات	مكان التسمم والموت
تناول مواد ملوثة بالمستحضرات	سادس كلوريد البنزين زئبق عضوي	تقوى الحبوب	٣٠٠٠	٣-١١٪	تركيا
	زئبق عضوي	تقوى الحبوب	٣٤	٤	باكستان
	زئبق عضوي	تقوى الحبوب	٣٢١	٣٥	العراق
	زئبق عضوي	تقوى الحبوب	٤٥	٢٠	جواتيمالا
	وارفانين	طعم سامة	١٤	٢	كوريا
سوء التطبيق	توكسافين	حبوب	٧	صفر	أمريكا
	نيكوتين	الحردل	١١	صفر	أمريكا
	باراثيون	معالجة ضد القمل	١٧	١٥	إيران
	تيتاكلورفينول	الكتان	٢٠	٢	أمريكا

ويتضح من هذا الجدول المأخوذ عن إحدى الوكالات الأمريكية عام (١٩٦٩) حدوث ٢٠٠ حالة تسمم في مصر من جراء تداول مبيد الباراثيون ، مما أسفر عن موت ٨ أفراد .. والحمد لله أن هذا المبيد غير مصرح باستخدامه في مصر ، نظراً لسميته ، ولكن ما هو الضمان لعدم استيراد قمع غير معامل بهذا المبيد أو بمثلاته السامة ؟

٥ - خطورة الكيمائيات الأخرى على الإنسان

سنحاول فيما يلي الإشارة إلى خطورة بعض العناصر والكيمائيات التي لا تستخدم كمبيدات آفات على صحة الإنسان ، حيث إنه يتعرض لها إجبارياً ، دون أية احتياطات تذكر ، لأنها من أخطر ملوثات البيئة . ومن الضروري أن نعطي في مصر أهمية كبرى لذلك ، حيث تعامل في الدول المتقدمة كسموم يسرى عليها ما يشرع عن المبيدات من حيث التداول ، والاستخدام ، والتسجيل ، وحدود السمية ومدى تواجدها في مكونات البيئة المختلفة ، والكميات التي يتناولها الإنسان ويتعرض لها .. وخلاصة القول إنها تتحمل مسؤولية أكبر من المبيدات في التأثير على صحة الإنسان المصري .

(أ) العناصر والمعادن الثقيلة

يتعرض الإنسان إلى حوالي ٥٢ عنصراً معدنياً وكلها ذات أهمية اقتصادية ، خاصة في مجال الصناعة . وخطورة العناصر أنها جميعاً — وبدون استثناء — مواد غير قابلة للانهيار الحيوي ، ومن ثم توجد — وباستمرار — احتمالات التسمم نتيجة للتعرض المباشر وغير المباشر . وهناك معادن تنتج من احتراق الزيوت ، مثل الفاناديوم الذي ينطلق في الجو ، وكذلك الزئبق من احتراق الفحم .

والمعادن ذات أهمية بيولوجية وفسيولوجية في جسم الإنسان . وخطورة التعرض لها تتمثل في حدوث خلل في محتواها . والمعادن التي تتجمع في جسم الإنسان تحدث أضرارًا خطيرة . ويحتوى الكثير من الأدوية على العناصر ، وخطورة الإسراف في استخدامها وطريقة دخول المعادن من أهم العوامل المحددة لسميتها على الإنسان . وأخطر طريق هو الاستنشاق ، وبناء على ذلك .. تم وضع الحدود الآمنة من المعادن للعمال الذين يعملون ٨ ساعات في المصانع (لا توجد حدود في مصر) . ولقد أشارت الدراسات إلى اختلاف موضع تأثير كل معدن على حدة ، فعلى سبيل المثال .. يؤثر الزرنيخ ، والباريوم ، واليورون ، والنحاس ، والحديد ، والقصدير ، والرصاص ، والسليسيوم ، والزنك من خلال الجهاز الهضمي ، ويؤثر الألومنيوم ، والأنتيمون ، والزرنيخ ، والحديد ، والمغنسيوم ، والمنجنيز ، والزنك ، والنيكل ، والفضة من خلال الجهاز التنفسي . وتؤثر معظم المعادن على الجهاز العصبي المركزي ، وعلى الكلية ، والكبد ، والجلد . وبالنسبة للعظام تخص الزنك ، وعلى جهاز إفراز الهرمونات في المخ تخص بالذكر الزرنيخ ، والكوبالت ، والحديد .. وعلى الدم تخص بالذكر الزرنيخ ، والنحاس ، والذهب ، والحديد ، والقصدير ، والليثيوم ، والزنك . وتجدر الإشارة إلى أن ضرر الجلد قد يحدث نتيجة للتعرض المهني للمعادن ، أو من تلوث الهواء ، أو باستخدام الأدوية أو ملامسة الحلى . والرتة تمثل الطريق الرئيسى لدخول العديد من المعادن ، خاصة الزئبق . أما عن طريق الفم ، فتدخل المعادن من خلال الأدوية ، أو الأسمدة ، أو المبيدات الحشرية ، أو السلع المختلفة ، أو الأكل والماء الملوثن بالمعادن . وبما يعقد الأمور أن بعض المعادن تتحول في البيئة إلى صور أكثر سمية . ولقد سجلت حالات كثيرة للتسمم بالزئبق ، وإجهاض الحوامل ، ووفيات ، وذلك نتيجة لتناول سمك ملوث بميثائل الزئبق الناتج كأحد عوادم المصانع ، والذي يتكون من التحلل الميكروبي للزئبق في الطين الموجود في قاع البحار . ولقد سجلت تركيزات عالية من المعادن في الهواء في المدن ، والتي تتأني من عوادم السيارات ، وتم حصر الزنك ، والنحاس ، والحديد ، والرصاص ، والمنجنيز ، والنيكل ، والقصدير ، والتيتانيوم ، والكروميوم وغيرها . والحد المسموح باستنشاقه من هذه العناصر أقل بكثير جدًا من ذلك الخاص بمبيدات الآفات ، مما يؤكد خطورة العناصر على صحة الإنسان ، خاصة على المدى الطويل ، حيث ثبت أن العديد من المعادن يحدث سرطان وتشوهات خلقية في الإنسان والحيوان ، خاصة الألومنيوم ، والأنتيمون ، والزرنيخ ، والباريوم ، والبزموت ، واليورون ، والكاديوم ، والكروميوم ، والكوبالت وغيرها .

(ب) المذيبات العضوية والأبخرة

تمثل المذيبات العضوية وأبخرتها عنصرًا شائعًا في البيئة الحديثة ، سواء في المعمل أم في المنزل . والتعرض لها يكون لفترات طويلة ، ومن ثم يكون تأثيرها محدودًا ، كما في حالة الجازولين ، ووسائل الإضاءة ، والأنواع المختلفة من الأيروسولات ومزيلات البقع . وعلى العكس .. تحدث حالات تعرض خطيرة ، كما في حالات مزيلات البويات ، ومنظفات الأرضيات والملابس في المنازل

والمصانع ، ونظرًا لاستخدام كميات كبيرة من المذيبات العضوية ، ونظرًا لخطورة الأبخرة في الجو ، فإن الدراسات تناولت تحديد الحد الحرج على الإنسان والحيوان نتيجة للتعرض للأبخرة لمدة ٧ — ٨ ساعات يوميًا أو ٤٠ ساعة أسبوعيًا ، خاصة عن طريق الاستنشاق ، وهو طريق دخول الأبخرة التي تحدث التسمم الحاد أو المزمن . ولقد ثبتت شدة الضرر التي تحدثها المذيبات الكلورينية على الكبد ، كما في حالة الكلوروفورم ، ورايع كلوريد الكربون . ومن أخطر المذيبات الأليفاتية كحول الميثانول ، ونواتج تميّله هي المستعولة عن إحداث التسمم ، لذلك كان لابد من إضافة بعض الكحولات الأخرى التي تقلل من تأثيره ، مثل الإيثانول . وهناك مذيبات الإيثيلين ، والداي إيثيلين جليكول التي تدخل عن طريق الجهاز الهضمي ، ومن ثم تتحول إلى حامض الأوكساليك الذي يترسب في الكلية ، ويسبب الفشل الكلوي . أما إثيرات الجليكول ، والتي تستخدم بكثرة لصفاتها الذوبانية في تجهيز المستحضرات الزيتية التي تذوب في الماء ، فإنه يحدث لها امتصاص سريع عن طريق الجلد ، ومن ثم تنفذ بسرعة إلى الجسم وتضر كثيرًا بالكلية ، وتحدث الأنيميا على المدى الطويل . وفي حالة المذيبات الحلقية ، كالبنزين ، فإن كثرة التعرض له تتلف المادة العظمية . والتساؤل الآن يتمثل في مدى الخطر والضرر الذي يحدث من جراء التعرض لهذه المذيبات وأخطارها ؟ والإجابة واضحة ، وتتمثل في أن الضرر يرتبط بطول فترة التعرض ، وغير ذلك من العوامل السائدة . والحقيقة المؤكدة أن العاملين في محطات البنزين ومصانع الأيروسولات وغيرها من المصانع ، وحتى تجهيز العطور لا بد أنهم يعانون — ولو على المدى البعيد — من تأثيرات خطيرة تفوق في تأثيراتها المبيدات بجميع أنواعها .

(جـ) ملوثات الهواء

لقد تم تسجيل وجود أربعة ملوثات تفوق غيرها في الكمية الموجودة في الهواء ، خاصة في المدن ، وهي بالترتيب التنازلي كالاتي : أول أكسيد الكربون ، ثم أكاسيد الكبريت ، ثم الألدروكربونات ، ثم الأكاسيد النيتروجينية . وتختلف سيادة كل من هذه المكونات تبعًا للمكان (مدن صناعية — شواطئ ...) ولقد ثبت أن التلوث الناتج من عوادم السيارات يمثل ٦٠٪ من مجموع ملوثات الهواء تليه المصادر الصناعية ، ثم مولدات القوى الكهربائية ، ثم السخانات ، ثم المواد والمخلفات الأخرى . ولقد سجلت علاقة مؤكدة بين حالات الحساسية في الجلد والأعين ، وصعوبة التنفس ، والإنفلونزا في الإنسان ، ومستويات أول أكسيد الكربون والأوزون وغيرها من الأكاسيد في الجو ؛ مما أدى إلى ظهور الأعراض المرضية الحادة خلال زمن قصير من التعرض . ولقد سجلت حالات مرضية وصلت إلى ٦ أنواع من الأمراض الخطيرة على المدى الطويل (تسمم مزمن) نتيجة للتعرض للملوثات الهواء ، كان من أخطرها حدوث سرطان الرئة ، وما يترتب عليه من ضرر للجهاز التنفسي كله . ووجدت علاقة بين الإصابة بالبرد ومستوى الكبريتات في الجو . وحالات الالتهاب الشعبي المميتة ، خاصة في المدن المكتظة كالقاهرة ، تحدث بدرجة تتوقف على تعداد السكان ، وكميات الوقود التي تحرق ، والمستوى السنوي لثاني أكسيد الكبريت في المدينة ،

ومستويات الأتربة في الهواء وغيرها . وهذا الضرر يفوق بكثير ما يحدث من جراء التعرض للمبيدات بجميع أنواعها . ولا نعرف على وجه التحديد كيف يمكن وضع معايير عن ملوثات الهواء وكيفية مواجهتها لكثرة العوامل التي تؤثر عليها ، وتأثيرها ، والعديد من التداخلات بينها وبين المكونات الأخرى .

(د) المواد الإضافية للغذاء

قد تضاف هذه المواد عن عمد خلال أى مرحلة بعد الإنتاج (أثناء التجهيز في المصانع أو المنازل) أو بطريقة عرضية . وقد تضاف خلال الإنتاج بهدف تحسين الإنتاج أو صفات المنتج النهائي ، وقد تصل للمواد الغذائية نتيجة للتداول غير الواعي . والقسم الأول يشمل الفيتامينات ، والمعادن ، ومضادات التأكسد ، ومواد إضافة الطعم واللون . أما القسم الثانى ، فيشمل المواد السمادية ، والمبيدات ، ومنظمات النمو النباتية ، ومنشطات النمو الحيوانية وغيرها . ونواتج التمثيل الميكروبية قد تضاف إلى القسمين دون تفرقة . ومناقشة هذا الموضوع من الناحية التوكسيكولوجية ، خاصة فيما يتعلق بالأمان لا بد أن يتناول أثر هذه المواد على صحة الإنسان . ولقد ثبت أن بعض هذه المواد تشمل مسببات السرطانات ، أو الطفرات ، والمواد المشعة ، والمبيدات ، والمعادن ، والمذيبات ، والأبخرة ، والسموم الحيوانية والنباتية ، والبلاستيك ، وملوثات الهواء ، ومضادات الميكروبات وغيرها .

ومن الصعوبة بمكان وضع الحد المسموح بتناوله مع الغذاء اليومى من هذه المواد الإضافية . ولقد وضعت القواعد الدولية ، بحيث لا يسمح بإضافة أى مادة قبل الحصول على تصريح من منظمة الزراعة والأغذية . ومن الأمثلة الصارخة في هذا المجال « فيتامين (أ) » ، حيث إن الحد المسموح به يومياً فى حدود ٥٠٠٠ وحدة دولية . ومن المعروف أن الكاروتينات لا تسبب أية تسيمات حادة ، ولكن تعاطى كميات كبيرة منها يحدث اصفراراً فى الجلد ، كما يحدث فى السيدات اللاتي يتناولن ٠,٥ لتر من عصير الطماطم يومياً ولسنوات متعددة ، والجرجرات فى حدود ١٨٥٠٠ وحدة دولية سامة للأجنة التى تحملها الأمهات التى تعاطى فيتامين (أ) ، أو يأكلن كميات كبيرة من الكبد (الدب) .. وفى سنة ١٩٧٣ تم حظر استخدام فيتامين (أ) أو (د) إلا تحت ظروف معينة ، وتحكم فيها القيود ، والكثيرا ، والفطريات ، والنيماطودا ، والبروتوزوا وغيرها من الكائنات المتطفلة . والأخطر من ذلك إنتاج مثلات بواسطة هذه الميكروبات سميتها تعادل أضعاف ما يحدث من الميكروبات الأصلية .. والحيوات وعمليات التجهيز وتصنيع المواد الغذائية قد تكون مصدراً أساسياً لإيجاد بعض العناصر المعدنية ، مثل الزنك والقصدير ، والتي تحدث تأثيرات سامة خطيرة للمستهلك . وتضيف ملوثات الهواء كميات كبيرة من العناصر المعدنية إلى الغذاء ، حيث ثبتت زيادة تركيزات الكاديوم ، والنيكل ، والقصدير ، والزنك فى التربة والخضروات الموجودة بالقرب من الطرق ، وتتناقص كلما بعدت المسافة عن الطريق . ولقد ثبت أن التلوث يرتبط بمكونات

الجازولين وزيت الموتور . وسمية مركبات الزئبق ومخلفاته في السمك تمثل خطورة كبيرة . وكان يعتقد في الماضي أن الإنسان هو المصدر الوحيد لمركبات الزئبق العضوية ، ولكن ثبت حديثاً أن الميكروبات الموجودة في قاع البحار قادرة على تحويل الزئبق غير العضوى إلى مشتقات الميثايل الأحادية والثنائية . وطبيعة العبوات التى توضع فيها المواد الغذائية والمشروبات والمياه تمثل عنصراً أساسياً للتلوث ، ومن ثم تحدث أضرار للمستهلك . ولقد انتقلت إسترات حامض الفثاليك إلى الدم المحفوظ فى أوان بلاستيكية . وهناك أدلة على تجمع هذا الحامض من خلال السلسلة الغذائية وإحداث سمية فى الأسماك . ولقد أوقف استخدام مشتقات كلوريد الفينيل العديدة فى تعبئة السوائل ، نظراً لاحتمال حدوث تفاعل بينها وبين الكحولات . وبعد ذلك يظل السؤال المطروح هو مدى إمكانية تأثير المستويات البسيطة جداً من محسنات الغذاء على إحداث السرطانات وغيرها من الأمراض الخطيرة .

(هـ) مواد متنوعة تسبب مشاكل فى مجال السمية على الثدييات

وهذه تشمل مواد من مصادر حيوانية أو نباتية ، وكذلك بعض الأدوية والمشروبات التى تستعمل على نطاق واسع بين الناس . ونخص بالذكر البلاستيك ومشتقاته .

مما سبق .. يتضح أن الإنسان وحيواناته يتعرض للتسمم من جراء الاستهلاك المباشر ، أو التعرض الإجبارى ، أو العرضى للعديد من المواد الكيميائية ، وقد تفوق فى الضرر ما يحدث من جراء استخدام المبيدات . وفى النهاية يمكن القول إن العبرة ليست بمدى سمية المركب الكيميائى من البداية ، ولكن بطريقة وكيفية ودرجة التعرض له ، وكذا وسائل حماية الإنسان من الضرر الذى قد يحدث له .. وهذا يعطى التأكيد على ضرورة سنّ واحترام القواعد والقوانين التى تنظم التعامل مع كافة أنواع السموم .

ثانياً : تقسيم المبيدات تبعاً للسمية الحادة للمركب

تقسيم المبيدات تبعاً للسمية الحادة للمركب

Name	LD ₅₀ mg/kg	Name	LD ₅₀ mg/kg
شديدة الضرر جداً Class IA Extremely hazardous			
aldicarb	0.93	leptophos	50
arsenous oxide	180	M 74	
calcium cyanide		MBCP	
chlorfenvinphos	10	mephosfolan	9
chlormephos	7	merkaptophos	1
chlorthiophos	9.1	metaphos	
coumaphos	7.1	mevinphos	4
crimidine	1.25	parathion	13
CVP			
cyanthoate	3.2	parathion-methyl	14
cycloheximide	2	phenylmercury acetate	30
DBCP		phorate	2
demephion-O and - S	15	phosdiphen	6.2
demeton-O and - S	1.7	phosfolan	9
dibromochloropropan	170	phosphamidon	7
dieldrin	10	prothoate	8
dimefox	1	red squill	
disulfoton	2.6	schradan	9
EPN	14	scilloriside	c0.5
ethoprophos	26	sodium fluoroacetate	0.2
ethoprop		sulfotep	5
ethylthiometon		TEPP	1.1
fenamiphos	15	terbufos	c2
fensulfothion	3.3	thionazin	11
fonofos	c8	thiofos	
fosthietan	5.7	timet	
hexachlorobenzene	10000	trichloronat	16
IPSP	28		

ولقد قسمت المبيدات تبعاً للسمية الحادة من طريق الفم كما يلي :

Class IB Highly hazardous عالية الضرر

acrolein	46	isazofos	60
aldoxycarb	27	isofenophos	28
aldrin	98	isothioate	150
allyl alcohol	64	isoxathion	112
aminocarb	50	lead arsenate	c10
antu	8	mecarbam	36
azinphos-ethyl	12	medinoterb acetate	42
azinphos-methyl	16	methamidophos	30
azocyclotin	80	methidathion	25
		methacarbate	19
bis (tributyltin) oxide	194	methomyl	17
blasticidin-S	16	2-methoxymethyl mercury	30
bromophos-ethyl	71	chloride	
butcarboxim	158	methylmercury dicyandiamide	32
butoxycarboxim	288	methyl-merkaptophosteoalovy	
calcium arsenate	20	metimarkaptophosoksid	
carbofuran	8	metriltriazotion	
carbophenthion	32	monocrotophos	14
carbophenthion methyl	157	MPP	
chlordecone	114	Nicotine	50
cloethocarb	35.4	nitrilcarb	9
		omethoate	50
chlorphacinone	(2.1)	oxamyl	6
crotoxyphos	74	oxydemeton-methyl	65
DDVP		oxydeprofos	
DDVP		paris green	22
delnav		pentachlorophenol	80
demeton-S-methyl	40	phenylmercury nitrate	
demeton-S-methylsulfon	37	pirimiphos-ethyl	140
diamidafos	190	propaphos	70
dichlorvos	56	propetamphos	75
dicrotophos	22	sodium arsenite	10
dimetilan	47	sodium cyanide	6
dinoseb	58	strychnine	16
dinoseb acetate	60	TBTO	
dinoterb	25	thiofanox	8
dioxathion	23	thiometon	120
DMTP		thioxamyl	
DNBPA		triamiphos	20
DNOC	25	triazophos	82

EDDP

edifenphos	150	triazotjon	
edifenphos	150	vamidothion	103
endothion	30	zinc phosphide	45
endrin	7		
ESP	105		
famphur	48		
fenthion	330		
flucythrinate	67		

متوسطة الخطر Class II moderately hazardous

allidochlor	700	chlordimeform	340
anilofos	472	chlorophacinone	(2.1)
bendiocarb	55	chlorphenamidine	
bensulide	770	chlorphonium chloride	
benzofos		chlorypyrifos	135
BHC		copper sulfate	300
binacryl	421	cryolite	200
bioallethrin	700	cuprous oxide	270
bisthiosemi	c150	cyanazine	182
BPMC	410	cyanofenphos	89
brodifacoum	(0.3)	cyanophos	610
bromadialone	(1.12)	CYAP	
bromoxynil	190	cyhalothrin	243
bromoxynil octanoate	250	CYP	
bronopol	c200	cyprofuram	174
bufencarb	87	2,4-D	375
butamifos	630	DAPA	
butylamine	380	DDT	113
camphenchlor	80	dialifor	
carbaryl	c300	dialifos	145
cartap	325	di-allate	395
chinalphos		diazinon	300
chloralose	400	dibrom	
chlordan	460	dichlofenthion	270
chlordimeform	340	difenzoquat	470
chlorfenprop-methyl	1190	dimethoate	c150
		dimexano	340
dinobuton	140	isoprocab	403
dioxacarb	90	karbation	
diquat	231	lindane	

draxoxolon	126	malonoben	87
ECP		MEP	
endosulfan	80	mercaptodimethur	
endothal-sodium	51	mercurous chloride	210
EPBP	275	metam-sodium	285
EPTC	1 652	methiocarb	100
esbiol	410	methacrifos	678
esbiothrin	370	methyl isothiocyanate	175
ethiofencarb	411	metolcarb	268
ethion	208	MIPC	
ethoate-methyl	340	mirex	c 300
etrimfos	1 800	molinate	720
fenaminosulf	60	MPMC	
fenchlorphos	1 740	nobam	395
fenitrothion	503	NAC	
Fenpropathrin	107	naled	430
fentin acetate	125	2,4-PA	
fentin hydroxide	108	PAP	
fluvalinate	1 097	paraquat	150
formothion	365	pebulate	1 120
fosfamid		PHC	
gamma-BHC		phenthoate	c400
gamma-HCH	88	phenylmercury dimethyl	120
glufosinate	1 625	dithiocarbamate	
guazatine	230	phosalone	120
HCH	100	phosmet	230
heptachlor	100	phoxim	1 975
hexachloroacetone	1 550	phthalofos	
imazalil	320	piperophos	324
ioxynil	110	pirimicarb	147
ioxynil ocatonoate	390	polychlocamphene	
isobornyl thiocynoacetate	1 608	potassium cyanate	841
profenofos	358	sulfallate	850
promacyl	1 220	sulprofos	130
promecarb	74	2,4, 5-T	500
propiconazole	1 520	TCA	
propoxur	95	terbumeton	485
prothiofos	925	thiazafluron	278
prothiophos		thiazfluron	
pyrazophos	435	thiobencarb	1300
pyrethrins	500-1000	thiocyclam	310
quinalphos	62	thiodan	
region		toyl-methylcarbamate	

ronnel	132-	Toxaphene	
rotenone	1500	trichloroacetic acid	
salithion	125	tricyclazole	305
SAP		tridemorph	650
sec-butylamine		trimethacarb	125
sevin		vernolate	1780
sodium fluoride	180	xylycarb	380

قليلة الضرر Class III Slightly hazardous

acephate	945	buthidazole	1480
acetochlor	2950	cacodylic acid	
acifluorfen	1370	calcium cyanamide	1400
alachlor	1200	carbofos	
allethrin	920	chlorfenac	575
ametryn	1405	chlorfenthol	930
amitraz	800	chlorfenson	c 2000
azamethiphos	1010	chlorinat	
azidithion		chlormaquat	670
barben	1300	chloroacetic acid	650
barium carbonate	650	chlorobenzilate	700
bentazone	1100	chlorocholine chloride	
benzoylprop-ethyl	1555	chlorophacinone	(2)
benzthiazuron	1280	chlorthiamid	757
bromofenoxium	1217	cismethrin	
bromophos	c1600	citrex	
butacarb	c1800	clofop-isobutyl	1208
		CNA	
copper oxychloride	1400	DSMA	1800
coumachlor	900	ephirsulphonate	
coumatetralyl	(5 x 0.3)	erbon	1120
crufomate	770	etacelasil	2065
cycloate	+ 2000	etaconazole	1340
cyfluthrin	590	ethohexadiol	2400
cyhexatin	540	etridiazole	2000
cymoxanil	1196	EXD	600
dazomet	640	fenoprop	650
2,4-DB	700	fenson	1550
DCBN		fenthia prop	915
deet	2000	fiamprop-methyl	1210
dehydroacetic acid	1000	fluchloralin	1550

2,4-DP		flutriafol	1140
2,4-DES		fomesafen	1250
desmetryn	1390	fuberidazole	1100
diallyl dichloroacetamide	2080	furalaxyl	940
dichlone	1300	hexaflurate	1200
p-dichlorobenzene		hexazinone	1690
dichlorophen	1250	hydramethylnon	1203
dichlorprop	800		
diclofop	565	IBP	600
dicofol	c 690	isonoruron	c 500
diethyl toluamide		isoprothiolane	1190
difenacoum	(1.8)	isoproturon	1800
dimzthachlor	1600	kelthane	
dimethametryn	3000	malathion	c 2100
dimethipin	1180	maldison	
dimethylarsinic acid	1350	MCC	
dinocap	980	MCPA	700
diphacinone	(3)	MCPA-thioethyl	790
diphenamid	970	MCPB	680
disul	730	mecoprop	930
dithianon	640	mefluidide	1920
dodine	1000	menazon	1950
doguadine		mepiquat	1490
metalaxyl	670	quinacetol-sulfate	c 1700
metaldehyde	630	resmethrin	2000
metaxon		ryania	750
methazole	1350	salicylanilide	
2-methoxyethylmercury silicate	1140	sesamex	2000
metolachlor	2780	sethoxydim	3200
MSMA	900	silvex	
2-naphthylloxyacetic acid	600	simetryn	1830
nitrapyrin	1072	sodium chlorate	1200
norbormide	(52)	sulfoxide	2000
nuarimol	1250	swep	552
paclobutrazol	1300	2,3,6-TBA	1500
palléthrine		tebuthiuron	644
pendimethalin	1050	thiram	560
perfluidone	920	TMTD	
pimaricin	2730	2,4,5-TP	
pindone	(50)	tri-allate	2165
pipectanyl	820	triadimefon	602
pirimiphos methyl	2018	triadimenol	900
prochloraz	1600	trichlorfon	560

propachlor	1500	tríclopyr	710
propanil	c 1400	trifenmorph	1400
propargite	2200	undecan-2-one	2500
propyl isome	1500	warfarin	(5 xl mg)
prothiocarb	1300	XMC	542
pyridate	c 2000	ziram	1400
zoocoumarin			

مركبات تختلف طبيعتها مع إحداث السمية أو الضرر الحاد

Present Acute Hazard in Normal Use

alloxydim-sodium	2260	aziprotryne	3600
aminotriazole		benazolin	3200
amitrole	5000	benefin	
ammonium sulfamate	3900	benfluralin	+ 10000
ancymidol	4500	benodanil	6400
anilazine	2710		
anthraquinone	+ 5000	benalaxyl	c 4200
asulam	+ 4000	benthrodine	
atrazine	c 2000	benzamizole	+ 10000
benzoximate	+ 10000	chloromethiuron	2500
bifenox	+ 6400	chloroneb	+ 11000
bioresmethrin	+ 7000	chloropropylate	+ 5000
biphenyl	3280	chlorothalonil	+ 10000
biterianol	+ 5000	chlorotoluron	+ 10000
borax	+ 2660	chloroxyfenidim	
bromacil	5200	chloroxuron	+ 3000
bromocyclen	12500	chlorphoxim	+ 2500
bromopropylate	+ 5000	chlorpropham	+ 5000
brompyrazon	+ 6400	chlorpyrifos methyl	+ 3000
bupirimate	c 4000	chlorquinox	+ 6400
buprofezin	2200	chlorsulfuron	5545
butachlor	3300	chlorthal-dimethyl	+ 3000
butam	6210	chlozolinat	+ 4000
buthiobate	3200	clofentezine	+ 3200
butopyronoxyl	7840	COMU	
buturon	3000	credazine	3090
butralin	12600	cycluron	2600
butylate	+ 4000	cypermethrin	+ 4000
captafol	5000	cyometrinil	2277
captan	9000	dalapon	9330
carbandazim	15000	deltamethrin	+ 2200

carbetamide	11000	desmedipham	+ 9600
carboxin	3820	dibutyl phthalate	+ 20000
chinomethionat	2500	dibutyl succinate	8000
clofentezine	3200	dicamba	2900
chlomethoxyfen	+ 10000	dichlobenil	3160
clopyralid		dichlofluanide	5000
chloramben	5620	dichlorfenidim	
		3,6-dichloropicolinic acid	+ 5000
chloranil	4000	diclubutrazol	+ 4000
chlorbromuron	+ 5000	dicloran	4000
chlobufam	2500	dienochlor	3160
chlorfenidim		diethatyl	2300
chlorflurecol-methyl		difenoxuron	+ 7750
chlorflurenol-methyl	+ 12800	difolaton	
chloridazon	2420	dikegulac	+ 31000
dimethirimol	2350	fluoromide	+ 15000
dimethyl phthalate	8200	fluotrimazole	+ 5000
dinat		flurecol-butyl	
dinitramine	3000	flurenol	+ 5000
diphenyl		fluridone	+ 10000
dipropetryn	4050	flutolanil	+ 10000
dipropyl isocinchomerate	5230	flopel	+ 1000
disodium octaborate	5300	fosamine	2400
ditalimfos	5600	fosetyl	5800
diuron	5400	furmecyclox	3780
dodemorph	4500	gibberellic acid	+ 1500
eglinazine	+ 10000	glyphosate	4320
ethalfuralin	+ 10000	glyphosine	3920
ethophon	+ 4000	halacrinat	+ 10000
ethidimuron	+ 5000	hydroprene	+ 34000
ethirimol	6340	2-hydroxyethyl octyl sulphide	8530
ethofumesate	+ 6400	hydroxysoxazole	
ethyleneglycol bis	7000	hymexazol	3900
(trichloracetate)		imazamethabenz	+ 5000
fenarimol	2500	imazapyr	+ 5000
fenbutalin oxide	2630	imazaquin	+ 5000
fenfuram	12900	iodofenphos	
fenidim		iprodone	3500
fenitropan	3230	isocarbamid	+ 2500
fenoxaprop	2350	isomethiozin	+ 10000
fenpropimorph	2515	isopropalin	+ 5000
fenuron	6400	isoprothiolane	1190
fenuron-TCA	4000	jodfenphos	2100

fenvalerate	3200	karbutilate	3000
ferbam	+ 17000	kasugamycin	22000
flamprop-isoproyl	+ 3000	kinoprene	4900
fluazifop	3330	lenacil	11000
flubenzimine	3000	linuron	4000
flumetralin	+ 5000	maleic hydrazide	6950
fluometuron	+ 8000	mancozeb	+ 8000
fluorodifen	9000	maneb	6750
		Mebenil	6000
metamitron	3343	phenisobromolate	+ 4000
metazachlor	2150	phenisopham	5000
metiram	+ 10000	phenobenzuron	+ 8000
methabenzthiazuron	+ 2500	phenmedipham	+ 5000
methoprene	+ 34000	phenothrin	2480
methoprotryne	+ 5000	2-phenylphenol	+ 10000
methoxychlor	6000	phthalide	8200
methoxyphenone	+ 4000	picloram	
metobromuron	2500	piperonyl butoxide	+ 7500
metoxuron	+ 3200	pretilachlor	6100
metribuzin	2200	procymidone	6800
monalide	+ 4000	profluralin	c 10000
monolinuron	2250	proglinazine	+ 8000
monuron	3600	prometon	2980
monuron-TCA	3700	prometryn	3150
myclozolin	+ 5000	propamocarb	8600
naphthalene	2000	propazine	+ 5000
naphthalic anhydride	12300	propham	5000
2-(1-naphthyl) acetamide	6400	propineb	8500
2-(1-naphthyl) acetic acid	c 3000	propyzamide	8350
napropamide	5000	pyracarbolid	15000
naptalam	8200	pyrazon	
neburon	+ 11000	pyridintriil	+ 5000
niclosamide	5000	quinomethionate	
nitralin	+ 2000	quinonamid	+ 12000
nitrofen	c 3000	quintozene	+ 12000
nitrothal-isopropyl	6400	sabadilla	4000
norflurazon	+ 8000	secbumeton	2680
(octylthio) ethanol		siduron	+ 7500
oryzalin	+ 100000	simazine	+ 5000
oxadiazon	+ 8000	sodium metaborate	
oxine-copper	10000	sodium trichloracetate	
oxycarboxin	2000	solan	
pentanochlor	+ 10000	stirofos	

pencycuron	+ 5000	sulfometuron	+ 5000
permethrin	c 4000	TCA	3200
tebutam		thiophanate-methyl	+ 6000
tecenez	17500	tiocabazil	10000
tedion		tolclofos-methyl	c5000
temephos	8600	tolyflunaid	+ 5000
terbacil	+ 5000	trietazine	2830
terbuthylazine	2160	triflumuron	+ 5000
terbutryn	2400	trifluralin	+ 10000
tetrachlorvinphos	4000	triforine	+ 6000
tetradifon	+ 14700	validamycin	+ 20000
tetramethrin	+ 5000	vinclozolin	10000
tetrasul	6810	zineb	+ 5200
thiabendazole	3330		
thidiazuron	+ 4000		

الفصل الخامس

التخلص من مخلفات المبيدات في المواد الغذائية

أولاً : مقدمة

ثانياً : تأثير عمليات التجهيز على مخلفات المبيدات .

ثالثاً : العلاقة بين تقليل أو إزالة المخلفات خلال التجهيز بسلوك المبيد والطريقة المستخدمة .

رابعاً : ثبات المبيدات تحت التبريد والتخزين .

خامساً : دراسات ميدانية عن مخلفات المبيدات في المواد الغذائية في مراكز البحث العلمي المصرية .

الفصل الخامس

التخلص من مخلفات المبيدات في المواد الغذائية

أولاً : مقدمة

من الحقائق الثابتة أن زيادة الإنتاج الزراعى منذ عام ١٩٢٠ — وحتى الآن ترجع للنجاح الكبير في مكافحة الآفات ، خاصة باستخدام المبيدات ، وكلما زاد التخصص والاحتيازية في المبيدات المستخدمة ، زاد الإنتاج وقلت المشاكل . وفى الوقت الحالى نلمس مدى التحسن في جودة المحاصيل وانعكاس ذلك على صحة الإنسان . وعلى الجانب الآخر يزداد عدد الأفراد الذين يعانون من خطر المبيدات ، ومن ثم زادت القيد على نوعية وضرورة وسائل استخدام المبيدات . وأصبحت مخلفات المبيدات في المواد الغذائية تثير الرعب بين الإنسان في كل مكان ، نظراً لاعتقاد كثير من الأفراد على الطعام المجهز في الوجبات اليومية . وتعرض معظم الخضروات والفواكه عند التصنيع للعديد من العمليات المختلفة خلال التجهيز والحفظ . وهذه العمليات ضرورية لضمان النظافة ، وتقليل الفاقد ، وجعل المواد الخام أكثر قبولاً . وهذه الخطوات قد تؤدي إلى تقليل أو إزالة مخلفات المبيدات إذا وجدت .

ولقد تناول العديد من الأبحاث مشكلة مخلفات المبيدات في المواد الغذائية وضررها على صحة الإنسان . ولقد أشار Metcalf عام ١٩٦٥ إلى أنه منذ عام ١٩٤٧ لم تسجل حالات مرضية من جراء استخدام الكيمياءات الزراعية بالطريقة المناسبة ، وأعلن Wessel عام ١٩٧١ أنه لاحظ منذ ١٩٦٤ وحتى ١٩٦٩ أن هيئة الغذاء والدواء FDA حلت ٩٥٧٣٦ عينة غذائية ، ولقد تم الكشف عن وجود مخلفات مبيدات في نصف عدد العينات ، ولكنها ولحسن الحظ كانت موجودة بمستويات منخفضة جداً ، وغالباً أقل من الحد المسموح به .

وتمثل المبيدات الحشرية المشكلة الرئيسية للمخلفات في المواد الغذائية ، بالمقارنة بالأنواع الأخرى ، حيث أشار Wessel عام ١٩٧١ إلى أن حوالي ٨٩.٤٪ من مخلفات المبيدات في الغذاء خلال

١٩٦٧ - ١٩٦٩ كانت من المبيدات الحشرية ، و٢٠٦٪ من المبيدات الفطرية ، و٤٠٤٪ من مبيدات الحشائش . وتمثل المركبات الكلورينية ٨٥٪ من مخلفات المبيدات الحشرية .

وتعرض معظم المواد الغذائية عند التصنيع لعدد من العمليات يتوقف على نوع الغذاء والصورة النهائية له . والعمليات التي تؤثر بدرجة كبيرة على مخلفات المبيدات تمثل الفسيل والسلق والتقشير (إذا وجدت) والبسترة . وقد يؤدي تعريض المادة الخام لعمليات إزالة المواد الضارة منها إلى تقليل مخلفات المبيدات . وكلما زادت مساحة السطح زادت كمية المخلفات ، مما يصعب التخلص منها . وتتوقف كفاءة أى طريقة في إزالة مخلفات المبيدات على العديد من العوامل ، خاصة نوع المادة الغذائية ، لأنها تعتمد نوع الطريقة التي يجب اتباعها في هذا الخصوص ، وتأتي بعد ذلك العوامل المتعلقة بالمبيد ، مثل : الصفات الكيميائية ، والصورة المستخدمة ، وطريقة ومعدل الاستخدام . وفي النهاية لا بد أن يؤخذ في الاعتبار التداخل بين المبيد والمادة الغذائية ، خاصة فيما يتعلق بطول فترة التلاصق بينهما .

ومن الجدير بالذكر أنه قبل استخدام معظم المبيدات الحديثة كانت مشكلة المخلفات في المواد الغذائية تشمل مخلفات الزئبق والزرنيخ ، ولم يلق الزئبق الاهتمام الكافي ، نظراً لاستخداماته القليلة (معاملة تربة أو بذور) ، ولم ينظر مخلفاته في المحاصيل عند الحصاد بعين الاعتبار . والعكس صحيح مع الزرنيخ . ولقد سجلت أول حادثة تسمم زرنيخي في إنجلترا من جراء تناول البيرة المجهزة من مواد ملوثة ، وبناء على هذه الحادثة ساد الانتقاع بأن استخدام زرنبيخات الرصاص في مكافحة الحشرات ، خاصة على الخضروات الورقية والفواكه تترك مخلفات ذات مستوى عال في الأجزاء التي تؤكل طازجة ، ومن ثم حددت الحدود المأمونة لمخلفات مبيدات الآفات في المواد الغذائية ، وتم وضع الاصطلاح الحد المسموح به *Tolerance level* بناء على نتائج الدراسات التوكسيكولوجية ، وهو يعبر عن أقصى مستوى يسمح بوجوده من المبيد مجال الدراسة في الغذاء ، دون أن يسبب أية أضرار عند التغذية على المواد الملوثة .

وتتطور استخدام المبيدات الكلورينية العضوية على نطاق واسع في الزراعة تأكدت أهمية معرفة مخلفاتها في الغذاء ، مما دعا إلى ضرورة إجراء دراسة المخلفات والسمية قبل السماح بتسجيل المركب الجديد . وتم وضع القوانين التشريعية لذلك ابتداء من عام ١٩٥٤ في أمريكا . ومن أهم مايتضمنه هذا القانون نقطتان : الأولى تتمثل في ضرورة تحديد الحد الأقصى من المخلفات الذي يوجد في المادة الزراعية ، خاصة عند استخدام المبيد بتركيز وطريقة فعالة في مكافحة الآفة . والحد المسموح به من المخلفات في هذه الحالة يجب ألا يتعدى هذا المستوى ، لأنه من غير المستحب وجود مخلفات على الإطلاق في المواد الغذائية ، ولذلك تم وضع الحد « صفر » *Zero tolerance* ، وهذا يعني عدم وجود مخلفات في المواد التي عولمت لمكافحة الحشرات التي تصيبها . وإذا تأكد وجود مخلفات يؤخذ الاعتبار الثاني ، وهو يتمثل في ضرورة التأكد ، وإثبات أن المخلفات الموجودة قليلة للغاية (أقل ١٠٠ مرة أو مضاعفتها) عن أقل جرعة تحدث تأثيرات ضارة على حيوانات التجارب . وفي أمريكا لايسمح باستخدام أى مبيد ثبت إحداثه للسرطان على المحاصيل التي تدخل في غذاء الإنسان .

مصادر مخلفات المبيدات في الغذاء

هناك مصدران أساسيان لتلوث المواد الغذائية بالمبيدات : الأول وهو الناتج من الاستخدام المباشر للمبيدات ، والذي يستتبع بعمليات الانهيار الكيميائي والبيولوجي ، وبمعدلات تتوقف على طبيعة المبيد والسطح المتبقي أو التربة إذا أضيف المبيد إليها . والعديد من المركبات يحدث لها اختفاء سريع خلال الساعات القليلة الأولى ، أو بعد أيام قليلة من المعاملة ، وعلى ذلك فقد بطيء وتدرجى بمرور الوقت ... كما في جدول (٥ - ١) ، والمأخوذ من بحث غير منشور للباحثين McEwen and Frank استخدم فيه أربعة مبيدات مختلفة أضيفت للكربن الصبني بعد فترات مختلفة من المعاملة .

جدول (٥ - ١) : علاقة مخلفات المبيدات في الكربن بالوقت ما بعد المعاملة .

نوع المبيد الحفري	معدل الاستخدام رطل / الفدان	وقت المعاملة قبل الحصاد (أيام)	مستوى المخلفات عدد الحصاد (جزء في المليون)
الباراثيون	١٠	صفر	١٢ر١
		٣	١ر٨٣
		٧	٠ر٢٧
		١٤	٠ر٠٦٢
		٢١	٠ر٠٠٥
الديازينون	١٠	صفر	١٣ر٣
		٣	١ر٢٣
		٧	٠ر١٥٣
		١٤	٠ر٠٤٩
		٢١	٠ر٠١١
الميثاميدوفوس	١٠	صفر	٥٩ر٧
		٣	٨ر٥٣
		٧	١ر٢١
		١٤	١ر٩٠
		٢١	٠ر٥٤
الإندوسلفان	١٠	صفر	٢٥ر٢
		٣	٨ر٧١
		٧	٤ر١٨
		١٤	٣ر١٧
		٢١	٠ر٦٧

ويلاحظ من هذه النتائج الاختلاف بين معدلات انهيار واختفاء مخلفات المبيدات المستخدمة ، ونقص معدلات القصد بعد اليوم الثالث من المعاملة . كما اتضح أن المخلفات الموجودة ليس من الضروري أن تكون عند صورة المركبات الأصلية . وبعض المبيدات تمثل إلى نواتج تاجية ، وربما أكثر ثباتاً من المركب الأصل نفسه ، كما في الإندوسلفان الذى يتحول إلى كيرينات الإندوسلفان . ولابد من مراعاة ذلك عند تحديد الحد المسموح بتناوله يومياً . والمصدر الآخر يتمثل في التلوث العرضي للغذاء بالمبيدات التى تستخدم على أهداف أخرى .

الخطوات التى تتضمنها عمليات التجهيز

معظم المواد التى تجهز تعرض لعدد من الخطوات والعمليات يختلف تبعاً لنوع المادة وطبيعة الناتج النهائى . ولقد ثبت أن العمليات المتخصصة التى تؤثر على مخلفات المبيدات تتضمن الفرز (التفتيش) ، والغسيل ، والتبيض ، والتقشير إذا لزم الأمر ، والبيسة . وليكن معلوماً أن التفتيش على المواد الخام مع استمرار التخلص من الأجزاء التالفة يقلل من تواجد مخلفات المبيدات ، كما أن وجود الأعوجاجات والثنيات يزيد من مساحة السطح ، ومن ثم يزيد من كمية مخلفات المبيدات السطحية ، علاوة على أن وجود هذه الأعوجاجات يزيد من صعوبة التخلص وإزالة المخلفات . وتوجد العديد من العمليات التى تحكم في إزالة بقايا المبيدات . وتعتبر نوعية وصفات المادة تحت التجهيز من أهم العوامل المحددة للعملية المناسبة ، وهناك اعتبارات أخرى تتعلق بالمبيد ، مثل الصفات الكيميائية ، والصورة المستخدمة ، وطريقة ومعدل الاستخدام . وفي النهاية لابد أن تؤخذ في الاعتبار — وبصورة مستمرة — العلاقة بين المبيد والمادة المعاملة ، خاصة فيما يتعلق بالفترة التى يستمر المبيد عليها .

ثانياً : تأثير عمليات التجهيز على مخلفات المبيدات

تشير المراجع أنه حتى عام ١٩٤٧ لم ينشر إلا القليل جداً عن تأثير عمليات التحضير والتجهيز على إزالة مخلفات المبيدات . ويعتبر الباحث Tressler عام ١٩٤٧ أول من أشار إلى حدوث انهيار وتكسير للد. د. ت . عندما أجريت عمليات التجهيز للمواد الغذائية المحتوية عليه ، وقبل هذا التاريخ كانت هناك توصية بضرورة غسل التفاح في محلول مخفف من حامض الأيدروكلوريك لإزالة مخلفات الزرنيخ وغيرها من المواد غير العضوية (Smith وآخرون عام ١٩٣٤) . وبعد ذلك توالى الدراسات عن دور التجهيز في التخلص من المخلفات ، والتى يمكن الإشارة إليها — وباختصار شديد فيما يلي :

١ — عملية الغسيل

Washing

يعتبر الغسيل والشطف أحد العمليات الشائعة عند تجهيز جميع الفواكه والخضروات . وحديثاً .. وضعت معايير طبيعية وكيميائية مختلفة لهذه العملية . وعلى سبيل المثال .. فإنه في حالة التصنيع هناك اتفاق تام على ضرورة عملية الغسيل ، وترك طرق الغسيل لاختيار الجهة القائمة بالتجهيز . ولقد

حددت المراكز العلمية والبحثية في الولايات المتحدة الأمريكية عامي ١٩٥٩ ، ١٩٦٠ أسس المعايير الطبيعية في فترة النقع ، ودرجة حرارة النقع ، والتقليب خلال النقع ، ودوران المواد المختلفة تحت عمل الفسيل (الرش) ، وعدد ونوع البشائير ، وضغط سائل الرش وحجمه . ومن الجدول (٥ - ٢) يتضح دور نوع المواد تحت التجهيز في تحديد الوسائل الطبيعية للفسيل ، والتي يجب ضبطها لتحقيق إزالة كاملة للطين ومخلفات وبقايا أية مواد أخرى . وهناك بعض المواد التي تحتاج للفسيل المتكرر عدة مرات .

جدول (٥ - ٢) : المعايير الطبيعية الموصى بها لفصل الذرة السكرية* والطماطم**

المعايير الطبيعية	الذرة السكرية	الطماطم
طول مدة النقع	٣ دقائق	٣ دقائق
درجة حرارة النقع	١٠٠ ° فهرنهايت	١٣٠ ° فهرنهايت
التقليب	شديد	شديد
الدوران تحت الرش	٣ لفات	لفتان
عدد البشائير	واحد لكل قدم مربع	واحد لكل قدم مربع
نوعية البشائير	فالكون والسكين	فالكون
ضغط الفسيل	١٥٠ ضغط جوى	١٥٠ ضغط جوى

* مأخوذ من Gelman & Gould (١٩٦٣) .

** مأخوذ من Gould et al. (١٩٥٩) .

وتتضمن المعايير الكيميائية للفسيل نوع وتركيز المادة المبللة Wetting agents ، وكذلك تركيز الكلورين . ونوعية المادة المبللة أكثر أهمية ، نظراً لصفاتها الرغوية ، حيث تتناسب كمية الرغوى تناسباً عكسياً مع كفاءة التنظيف ، كما ثبت من الدراسات التي أجراها Gelman & Gould عام ١٩٧٠ عند تقييم كفاءة ثلاثة منظفات (مواد ناشرة) تختلف في درجة الرغوية ، واستخلص الباحثان أنه لاينصح باستخدام الناشرات العالية أو المتوسطة الرغوية في غسيل الفواكه والخضروات . وأسباب هذه التوصية تتمثل في أن الغطاء الرغوى يتداخل مع عملية التنظيف والشطف للدرجة التي تعتبر بقايا المواد الناشرة كمكونات للمنتج النهائي ، كما أن فقد المادة الناشرة من جراء انسياب الرغوى من أواني الفسيل تضيف عبأً اقتصادياً وتكلفة عالية . ولقد تراوحت نسب النقص في كفاءة مادة الفسيل بمواد ناشرة ذات صفات رغوية مختلفة من ٤٥٪ (عالية الرغوة) ، و ٣٨٪ (متوسطة) بينما كانت ٤٪ فقط في حالة المواد القليلة الرغوية .

ولقد أشار Lamb وآخرون عام ١٩٦٨ إلى أن عملية الغسيل الاقتصادي نجحت في إزالة ١٧٪ فقط من مخلفات ال. د. د. ت ، و ٦٦٪ من مخلفات الكارباميل من على نباتات الإسفناخ المعاملة ، بينما لم تنجح في إزالة أية كمية من الباراثيون ، بينما تزيل عملية الغسيل غير العادية (القصى) ٤٥٪ من مخلفات ال. د. د. ت ، و ٨٧٪ من مخلفات الكارباميل ، و ٩٪ فقط من مخلفات الباراثيون . ولقد ثبت أن زيادة كمية المادة الناشرة تزيد من الكمية المزالة من المبيدات .

ولقد أشار Geisman & Deppin عام ١٩٦٧ أنه يمكن إزالة جميع مخلفات ال. د. د. ت كلية من على أوراق الإسفناخ بالغسيل إذا تم جمع المحصول خلال يوم واحد من المعاملة . ولقد وجد أنه كلما طالت فترة بعد المعاملة زادت صعوبة التخلص من المخلفات بالغسيل ، خاصة لو كان المبيد على النبات ، كما في الجدول (٥ - ٣) ، حيث تقل كفاءة الغسيل كلما طالت فترة مابعد المعاملة بالمبيد .

جدول (٥ - ٣) : نقص كفاءة الغسيل في إزالة ال. د. د. ت . من على الطماطم*

الفترة بعد المعاملة	متوسط النقص في كفاءة الغسيل %
يوم واحد	٦٢.٠
٣ أيام	٧٩.٥
٧ أيام	٧٨.٠
١٤ يوماً	٧٧.٥
٢١ يوماً	٨٥.٠
٢٨ يوماً	٩٢.٥
٣٤ يوماً	٩٤.٠

* مأخوذ من Geisman and Gould عام ١٩٧٠

ولقد وجد الباحثان أن المبيدات الأهل ثباتاً ، مثل الديلدرين ، يمكن إزالة مخلفاتها بالغسيل ، بصرف النظر عن الفترة بين المعاملة وإجراء عملية الغسيل . ولقد حصل الباحثان Yao & Geisman عام ١٩٧٢ على نفس النتيجة مع مركب الملاثيون . ولقد حدث نفس الشيء مع مركبات IPC و CIPC من على الطماطم والتفاح ، كما تمت إزالة مخلفات الكابتان تماماً من على الفراولة والطماطم والتفاح بغسلها في تيار ماء جار . ولقد حدث تطور في عملية الغسيل كما أشار Krochta وآخرون عام ١٩٧٣ ، ومثال ذلك .. توليد الرغوة واستخدام وسائل المسح الميكانيكي للتخلص من الطون الموجود على الطماطم .

Blanching operation

٢ — عملية السلق (التبييض)

وهي عبارة عن معاملة حرارية ، أى التسخين في درجة حرارة متوسطة ، أو الطهي الجزئي . وعادة تستخدم مع الخضروات وهي تجري في البخار أو في الماء الساخن ، وقد يصاحبها غسيل جزئي للمركب . ولقد وجد Elkins وآخرون عام ١٩٦٨ أن السلق في الماء يزيل ٥٠٪ من مخلفات الـ د. د. ت. ، و ٦٨ — ٧٣٪ من مخلفات الكارباريل من على القول الأخضر ، بينما كان السلق بالبخار غير ذي قيمة في إزالة مخلفات هذه المبيدات . ولقد تمكن Lamb وآخرون عام ١٩٦٨ من إزالة ٣٨ — ٦٠٪ (د. د. ت.) ، و ٤٩ — ٧١٪ (باراثيون) ، و ٩٦ — ٩٧٪ (كارباريل) من على الإسفناخ عن طريق السلق في الماء ، بينما السلق بالبخار لم يزل أو زال قليلاً من المخلفات . ووجد باحثون آخرون أن السلق بالبخار في حالة الإسفناخ لم يزل أكثر من ٢ — ٣٪ من مخلفات الملاثيون . ولقد أشار Farrow وآخرون عام ١٩٦٩ إلى أنه يمكن زيادة كفاءة العملية إذا أتبع السلق عملية غسيل أخرى ، كما في الجدول (٥ — ٤) .

جدول (٥ — ٤) : أثر عمليات السلق والغسيل في إزالة مخلفات المبيدات .

نسبة الإزالة (٪)			
نوع المخلفات	السلق	الغسيل + السلق	
د. د. ت.	٦٨	٦٠	
كارباريل	٨٤	٩٧	
باراثيون	٦١	٧١	

ولقد حدث تطور مذهل في عملية السلق ، مثل السلق السريع ، والسلق بالموجات الدقيقة ، والسلق بالهواء الساخن . وللأسف الشديد لم يدرس حتى الآن أثر هذه الطرق على التخلص من المخلفات الخاصة بمبيدات الآفات .

Peeling or trimming operations

٣ — التقشير أو التهذيب

يفيد التقشير في التخلص من الملوثات السطحية . والعبء الوحيد يتمثل في أن هذه العملية لا تجري مع جميع المواد . والتقشير قد يجري باليد باستخدام السكين المضممة خصيصاً لهذه العملية . ولكل مادة نوع خاص بها ، وقد يجري ميكانيكياً بسكين دائري . ولقد درس Lamb وآخرون عام ١٩٦٨ أثر التقشير الكيميائي واليدوي على مخلفات الـ د. د. ت. الموجودة على البطاطس ، ووجدوا أن التقشير الكيميائي أزال ٧٤٪ فقط من المخلفات ، بينما وصلت النسبة لأكثر من ٩١٪ في اليدوي . ولقد تأكد الباحث Farrow وزملاؤه عام ١٩٦٨ من كفاءة عملية تقشير

الطماطم في التخلص من بعض مخلفات الـ د. د. ت. ، والملاثيون ، والكارباميل . ومن أحسن طرق التقشير ما يعتمد على استخدام الصودا الجافة . ولم يدرس حتى الآن أثر هذه العملية على التخلص من مخلفات المبيدات .

٤ — عملية التسخين والتجهيز المنزلي Heat processing and home preparation

يمكن إجراء عملية تسخين المواد الغذائية بهدف التقيم (البسترة) أو الحفظ بأساليب متعددة . وهناك العديد من الأجهزة المستخدمة لهذا الغرض . والتفاعل الذى يلفت النظر هو إمكانية ودرجة هدم مخلفات المبيدات بالتسخين ، ولو أن هذا التفاعل قد يحدث في عمليات التجفيف وإزالة الماء التى تجري في وحدات مختلفة تماماً ، ولكن في وجود التسخين . ويمكن حدوث نفس التفاعل أثناء الطهى في المنازل ، فلقد أشار Carter وزملاؤه عام ١٩٤٨ إلى التأثير البسيط لعملية الطهو على إزالة مخلفات مبيد الـ د. د. ت. ، بينما أشار Farrow ومعاونوه عام ١٩٦٦ إلى تحول الـ د. د. ت. إلى مشتق TDE خلال تجهيز الإسفاناج للتعليب وأثناء التخزين يحدث تحلل للـ TDE . ولقد أشار بعض الباحثين إلى أن عملية التجهيز والحفظ لثمار الطماطم والتفاح والبلح تزيد ٥٠٪ من مخلفات مبيدات IPC و CIPC . ووجد آخرون أن عملية التعليب وتجهيز العصائر تزيد كل مخلفات الـ د. د. ت. والملاثيون والكارباميل . ومن حسن الحظ أن التجهيز التجارى يزيل ٩٤٪ من مخلفات الملاثيون ، بينما عملية الطهو المنزلي لا تترك إلا آثاراً بسيطة . ويبدو أن مخلفات الكارباميل لا تتأثر بالتسخين ، فقد وجد Farrow وآخرون عام ١٩٦٨ أن الفسيل والطهو المنزلي يزيلان ٥٥٪ فقط من مخلفات الكارباميل من على الكرنب الأفغنى . ولقد أشار Lamb وآخرون عام ١٩٦٨ أن مخلفات الـ د. د. ت. تتحول إلى مركبات أخرى بعد التجهيز ، بينما لم تتغير مخلفات الباراثيون والكارباميل على الإسفاناج . ولقد توصل الباحثان Yao & Geisman عام ١٩٧٢ إلى أن غلى وطهى الإسفاناج في الماء لمدة ٦ — ٧ دقائق سببا تحللاً كاملاً لمخلفات الملاثيون ، أما التجميد ، فلم يسبب أى نقص في المخلفات . ولقد أشار Lichtenstein وآخرون عام ١٩٦٥ إلى أن غليان الجزر لمدة ٣٠ دقيقة أزال المبيدات وليس الألدرين . ولقد تمكن Geisman عام ١٩٧٢ من تحطيم مخلفات الداكسال من عصير الطماطم بالبسترة على درجة حرارة ٥٢٥° فهرنهايت لمدة ٧ ر. ثانية .

ثالثاً : العلاقة بين تقليل أو إزالة المخلفات خلال التجهيز بسلوك المبيد والطريقة المستخدمة .

Fate of pesticides

١ — سلوك ومآل مبيدات الآفات

لقد أتضح أن مآل المبيد يعتمد أساساً على طريقة التطبيق ، فلو أضيف المبيد للتربة مثلاً ، فإن الطريق الطبيعى لوصوله للنبات يكون من خلال المجموع الجذرى (الامتصاص) ، ثم يحدث له الانتقال خلال الأجزاء النباتية الأخرى إن أمكن . وفي هذه الحالة ، فإن أية عملية تؤثر على السطح الخارجى للجزء النباتى ، مثل الفسيل أو الشطف من المحتمل أن تسبب قليلاً من إزالة المخلفات . ومن

سوء الحظ أن معظم المبيدات التي تضاف للتربة تنتقل خلال الأنسجة النباتية ، ومن ثم لا يوجد بديل للمعاملة الحرارية لتقليل المخلفات :

وفي حالة رش المجموع الخضري لابد أن تؤخذ في الاعتبار ثلاثة عوامل ، الأول يختص بطبيعة الجزء الذي يؤكل . ومن الطبيعي أن أعلى كمية من المخلفات توجد على الأوراق ، بينما الكمية التي توجد على الثمار وإن كانت أقل ، لكنها تعتمد على كثافة المجموع الخضري ، وطبيعة سطح الثمار (وجود قشرة شمعية أو الزغب) . وسيقان النباتات المرشوشة تكون في وضع مماثل للثمار ، أما الأجزاء السفلى من النباتات ، فغالباً تكون خالية من مخلفات المبيدات . والعامل الثاني يتمثل في أن درجة ثبات المبيد تؤثر على وجود المخلفات ، والثبات يرتبط بظاهرق اادمصاص والامتصاص ، فالمادة التي تثبتت ولها نصف فترة حياة قصيرة غالباً يحدث لها ادمصاص على سطح النبات المعامل ، ومن ثم تتعرض للانهيار الطبيعي والكيميائي السريع بفعل العوامل البيئية المختلفة . وتحدث هذه الظواهر للمبيدات الثابتة ، ولكن سرعان ما يحدث لها امتصاص داخل الأنسجة النباتية ، ومن ثم تقصر نصف فترة حياتها الطويلة أصلاً ، وهذا يرجع إلى عمليات التمثيل والتخفيف الناجم عن اضطراب نمو النبات . والعامل الثالث يتمثل في معدل الاستخدام . والعلاقة هنا مباشرة مع تواجده المخلفات . وتبدو أهمية هذا العامل بدرجة كبيرة عند الاستخدام الحاطىء للمبيد (عند تداعله الرشاش)

وبخلاصة القول إن كمية المخلفات على المحاصيل الغذائية تتوقف على جميع العوامل السابقة وغيرها ، خاصة طبيعة السطح المعامل ، والفترة التي تمر بعد المعاملة حتى الاستهلاك ، مع افتراض استخدام المبيد بالطريقة والتركيز المناسبين .

Removal by washing

٢ — الإزالة بالغسيل

الغسيل من أهم العمليات التي يلجأ إليها القام بالتجهيز لتقليل أو إزالة مخلفات المبيدات . ولقد أثبتت الدراسات أنه إذا كانت مخلفات المبيدات مدمصة على السطح الباقى ، فإن احتمالات تقليل المخلفات بالغسيل تكون عالية ، ولكن لو امتص المركب داخل الأنسجة النباتية يصبح من الضروري استخدام عمليات أخرى لإزالته . ومن المؤكد أن مخلفات المبيد تستقر وتتصلب بمرور الوقت . ومن الناحية التطبيقية .. كلما استخدم المبيد بالقرب من الحصاد ، أو بتركيز عال جداً ، فإن القام بعملية التجهيز تكون عنده الوسائل الكفيلة بإزالة المخلفات . ومن الثابت أنه يمكن إزالة أكبر كمية من المبيد بالغسيل لو أجريت العملية خلال يوم واحد من المعاملة .

Removal by heating

٣ — الإزالة بالتسخين

معظم المبيدات الثابتة ضد الحرارة يحدث لها انهيار فعلى بالتسخين في وجود المواد الغذائية . ومن الثابت أن معظم عمليات التجهيز تخوف في إحدى مراحلها على التسخين . والتجهيز المنزلى والطهو يساعدان في تقليل وإزالة المخلفات .

وابعاً : ثبات المبيدات تحت التبريد والتخزين Pesticide stability in cold storage

الذى دعا المؤلفين لتناول هذا الموضوع هو التوسع الحالى فى إنشاء التلاجات الكبيرة وتخزين السلع الغذائية على اختلاف أنواعها النباتية والحيوانية فى معظم قرى ومدن مصر . وحيث إن المؤكد تبعاً للدراسات الخاصة بالمخلفات وجود تلوث مؤكد بالمبيدات على هذه المواد نتيجة لعدم الالتزام بإجراء الجمع والحصاد بعد الفترة المحددة لزوال المخلفات . وتشير البحوث إلى ثبات المبيدات الحشرية الكلورينية على وفى المحاصيل المخزنة تحت ظروف التبريد ، ولو أن هذه الدراسات أجريت خلال فترات قصيرة . ولقد ثبت أنه من بين ١٢ مبيداً فوسفورياً كانت ٦ منها ثابتة تحت هذه الظروف ، ولمدد متفاوتة ، وفى درجات حرارة مختلفة ، وهى : اليلدين ، والكلورفينفوس ، والديوكساثيون ، والميفينفوس ، والشرادان ، والتراكلورفوس ، وكانت مخلفات الملاثيون غير ثابتة على أو فى المحاصيل المخزنة . ولقد ثبت تأثير ثبات مركبات الديازينون ، والدايمثوات ، والباراثيون ، والكارباريل بنوع المواد الموجودة فيها . أما ثبات الميثوميل ، فيتوقف على درجة حرارة التخزين ، حيث يظل ثابتاً تحت ظروف التجميد ، بينما ينهار بسرعة إذا زادت درجة الحرارة .

ولقد ثبت أنه من بين المبيدات الأكاروسية التى اخترت كانت مركبات الأراميت ، والأثيون ، والتراديفون أكثر ثباتاً ، بينما كان الديكوفول ، والموريستان ، والأروميت غير ثابتة . والمبيد الفطرى كابتان ينهار بسرعة حتى على درجة - ١٨°م ، بينما كانت مركبات المانتيب ، والزنيب ثابتة على درجة - ١٥°م ، وحدث لها فقد جزئى على درجة - ٥°م . ولقد اختلفت درجة ثبات مبيدات الحشائش تبعاً للتركيب الكيميائى لكل منها ، ونوع المواد الموجودة فيها ، ودرجة حرارة التخزين .

والنتائج الموضحة أعلاه تعتبر علامة تحذير للزملاء المشتغلين فى تقدير مخلفات المبيدات فى المواد الغذائية ، وكذلك وكالات التفتيش ، حيث يعتقدون أن حفظ العينات المحتوية على مخلفات المبيدات أو المستخلصات فى المذيبات العضوية غير قابلة للانهيار وقد أو نقص كميات المبيدات . والطريقة المثل لهذه الدراسات هى تحليل العينات الحقلية بعد التخزين لفترات مختلفة تحت درجات حرارة مختلفة . ولا بد من إجراء التحليل على عينات قياسية .

وجداول (٥ - ٥) : يوضح ما يحدث من فقد فى مخلفات المبيدات الموجودة فى المواد الغذائية النباتية ومنتجات الألبان التى خزنت لفترات متفاوتة وتحت درجات حرارة مختلفة بفرض تأكيد ماسبق قوله .

جدول (٥ - ٥) : ثبات بعض مبيدات الآفات على ولى المواد الغذائية المخزنة في الظروف الباردة .

نوع المبيد	المادة الغذائية للموجود بها للمبيد	درجة حرارة التخزين (م°)	فترة التخزين	نسبة الفقد (%)
د. د. ت.	الطماطم	١٢٫٧	أسبوع واحد	لا فقد
	البطاطس	٧	٦ أسابيع	لا فقد
	الفول الأخضر	٧	١٦ يوماً	لا فقد
	الإسفناخ	٧	١٥ يوماً	لا فقد
	الزبد	— ٢٦	٤ أشهر	لا فقد
	الآيس كريم	— ٢٦	٤ أشهر	لا فقد
	الجبن السويسرى	٥ ر (٨ أسابيع) ٧ (٨ أسابيع)	١٦ أسبوعاً	لا فقد
الدائموات	البرتقال •	٤	٤ أشهر	١ — ٢٢
	الكرنب •	٤	٢٨ شهراً	لا فقد
	القمبيطه	٤	٢٣ شهراً	لا فقد
الملايون	الإسفناخ	— ١٠ ، — ١٥	٦ أشهر	لا فقد
	التفاح	— ١٨	٨ أشهر	٤٠
	البلح	— ١٨	شهر واحد	٤٧
الكارباميل	الليمون •	١٠	٨ أشهر	لا فقد
	الطماطم	١٢٫٧	أسبوع	لا فقد
	الفول الأخضر	٧	١١ يوماً	٢٠
اللانيت	الذرة •	٤	٣ أشهر	٨٥ %
	الحس •	٤	شهر واحد	٢٥
	علف الذرة •	— ١٥	٤ أشهر	لا فقد
	الطماطم	— ٣٦	٤ أشهر	لا فقد
الديكوفول	البرتقال •	٤	١٧ شهراً	٩٦

• المبيدات المخزنة في صورة مستخلصات في اللهبينات المحبوبة

ويجب التنويه إلى أهمية إضافة المواد المجففة إلى المستخلصات النباتية أو غيرها ، والموجود بها مخلفات من المبيدات ، حتى تتفادى حدوث التحلل المائي ، خاصة مع المبيدات الفوسفورية نتيجة لوجود الماء . وتعتبر كبريتات الصوديوم اللامائية من أكثر المواد شيوعاً في هذا الخصوص . ويجب الحذر من وجود مواد تتداخل مع تقدير مخلفات المبيدات ، مثل : مشتقات البلاستيك ، والراتنجات وغيرها .

خامساً : دراسات ميدانية عن مخلفات المبيدات في المواد الغذائية في مراكز البحث العلمي المصرية

١ - الحبوب المخزونة

أجريت هذه الدراسة عام ١٩٨٠ بكلية الزراعة - جامعة عين شمس . ولقد استهدفت الدراسة معرفة مدى ثبات وتدهور مبيدين فوسفوريين هما : الملاثيون ، والدورسبان على حبوب القمح والبقول تحت ظروف تجريبية مختلفة تلازم عادة ظروف تخزين الحبوب في مصر . ولقد تناولت الدراسة العوامل التي تحدث تدهوراً لمخلفات المبيدات خارج وداخل الحبوب المعاملة والمخزونة . ولقد ثبت تأثير معدل التدهور بدرجة معنوية تبعاً لنوع المبيد ، والتركيز المستخدم ، والصورة المستخدمة ، وفترة التخزين ، وكان الدورسبان أكثر ثباتاً من الملاثيون في هذا الخصوص . كما اتضح حدوث تدهور سريع في المخلفات خلال الأيام الثلاثة الأولى من المعاملة . وفي نهاية التجربة (٥ أشهر) وجدت الحبوب محتوية على كميات تتراوح بين ٣ - ٤ أجزاء في المليون من المبيدات المستخدمة . ولقد وجد ارتباط سالب بين درجة حرارة التخزين وثبات المبيدات ، وعلى العكس .. زاء الثبات بزيادة التركيز المستخدم .

ومن الأمور الخطيرة حدوث تغلغل للمخلفات إلى داخل الحبوب المعاملة ، وتزداد كميتها بزيادة فترة التخزين .. وجدول (٥ - ٦) يوضح معدل ثبات المبيدات في الحبوب المخزونة تحت ظروف الدراسة :

ولقد حدث أعلى تغلغل للمبيدات بعد ٣ - ٤ أسابيع من المعاملة ، وبدأ حدوث الانهيار بعد ٣ ، ٨ ، ٤ أسابيع مع التركيزات الصغيرة والمتوسطة والعالية على التوالي . ومع درجة الحرارة العالية أثناء التخزين (٣٥°م) كان معدل التغلغل عالياً ، ثم حدث انخفاض في كمية المبيدات داخل الحبوب ، وفي نهاية التجربة (١٥٠ يوم من المعاملة) أصبح القمح الذي عومل بالتركيز الأصغر والأوسط خالياً تماماً من مخلفات الدورسبان . وبالرغم من تأكيد طرق التقدير الكيميائي لمخلفات المبيدين المستخدمين في الدراسة على خلو الحبوب من آثار المبيدات ، فإن التقييم الحيوبي أثبت وجود مواد سامة على سطح أو داخل الحبوب ، حيث ماتت الحشرات التي تغذت عليها وبنسبة عالية ، مما دعا إلى التفكير في الخطوة التالية من الدراسة ، وهي البحث عن تمثيل وتحول المبيدات إلى نواتج تمثيلية قد تكون أكثر ثباتاً وسمية على الحشرات ، وهذه قد لا تقدر كيميائياً بنفس طريقة الكشف عن المركبات الأصلية .

جدول (٥ - ٦) : معدل ثبات ميدي الملائيون والدورسيان في الحبوب تحت ظروف التخزين .

نصف فترة الحياة (يوم)					
نوع الحبوب	التركيز المستخدم	ملائيون			
		٥١٥ م	٣٥٥ م	١٥ م	٣٥ م
الفول البلدى	الأصفر (١)	٣٤	١٦	٣٦	٢٧
	خمسة أمثال الأول	٣٦	٢٥	٤٥	٤٠
	عشرة أمثال الأول	٤٠	٢٧	٥٤	٥٤
القمح	الأصفر (١)	٢٨	٢٣	٢٦	٢١
	خمسة أمثال الأول	٣٩	٢٤	٣٥	٣٠
	عشرة أمثال الأول	٤٠	٢٥	٣٦	٣٤

ولقد اتضح من الفصل الكروماتوجرافى وجود مركب الملائيون على السطح وداخل الحبوب بعد المعاملة مباشرة ، وفى مختلف فترات التخزين ، وعلى درجة الحرارة المنخفضة ، واستمر وجود الملائيون لمدة شهرين ، ثم اختفى بعد ذلك ، وحدث الاختفاء بعد ٢١ يوماً بالنسبة للمخلفات داخل الحبوب . ولقد ظهر الناتج التأكسدى المعروف بالمالأوكسون على السطح وفى الداخل حتى نهاية التجربة ، وظهر مشتقان آخران لم يحدد تركيبهما الكيمائى ، نظراً لعدم توافر نواتج التمثيل القياسية فى ذلك الوقت . ولقد اختلفت الصورة فى القمح ، حيث ظهرت نواتج أخرى وبتراكيز مختلفة بالنسبة للدورسيان استمر وجوده على السطح وداخل الحبوب المعاملة حتى ٣ - ٥ أشهر تبعاً للتركيزات المستخدمة ، وكذلك حرارة التخزين ، وظهر عدد كبير من نواتج تمثيل المركب أمكن تعريف بعضها ، والغالبية لم تعرف .

وخطورة نواتج التمثيل تتمثل فى كونها أكثر ذوباناً فى الماء ، ومن ثم قد تكون أكثر سمية للمستهلك ، علاوة على صعوبة التخلص من بعضها بعمليات التجهيز المختلفة للحبوب المحتوية عليها ، لذلك تناول الجزء الهام من الدراسة محاولات تجريبية للتخلص من المخلفات أو تقليل كمياتها لأقصى درجة ممكنة وبوسائل بسيطة يمكن إجراؤها فى المعامل البسيطة ، وحتى فى المنازل .

ومن أول الوسائل تعريض الحبوب للأشعة فوق البنفسجية لفترات حتى ١٢٠ دقيقة متواصلة . ولقد أثبتت النتائج حدوث انهيار ملموس وشديد فى مخلفات المبيدين ، سواء على صورة فيلم على الألواح الزجاجية أم على الحبوب المعاملة ، حيث تم تحديد وجود ٣٠ - ٥٧٪ من كمية المبيد المضافة فى نهاية فترة التعريض ، وبذلك تناقصت نصف فترة الحياة بدرجة كبيرة ، وتراوحت بين

١٠٥ - ١٠٦ دقيقة في حالة الملائيون ، وبين ١١٠ - ١١٨ دقيقة في حالة الدورسيان ، وهذا بالمقارنة بالفترات الطويلة بدون التعرض للأشعة (١٦ - ٤٠ يوماً مع الملائيون ، و ٢٧ - ٥٤ يوماً مع الدورسيان) .

ولقد جرت محاولة لتخليص الحبوب من المخلفات عن طريق الغسيل بالماء لفترات مختلفة ، وتحت ضغوط هيدروليكية مختلفة . ولقد ثبت من الدراسة إمكانية تقليل كمية المبيدات من على سطح الحبوب بغسلها بالماء الجارى تحت ضغط (لمدة ١٥ دقيقة وضغط ٥ جوى) ، حيث تراوحت كمية المخلفات من ١١ - ١٣٪ من الكمية الأصلية المستخدمة من الملائيون بينما تراوحت بين ١٠ - ١٥٪ من الكمية المضافة في حالة الدورسيان . وعقب ذلك تم تعريض الحبوب الناتجة من الغسيل والضغط إلى أشعة الشمس . ولقد توصل الباحث إلى أن التعرض لمدة ٤ ساعات للشمس أعطى حبوباً خالية تماماً من مخلفات المبيدات ، بينما ظهرت كميات ضئيلة من المبيدات عند التعرض لأشعة الشمس لمدة ٣ ساعات بعد الغسيل .

وبعد ذلك أجريت محاولة للتخلص من المخلفات عن طريق نقع الحبوب المعاملة المخزونة في محاليل مائية مختلفة من حيث درجات الحموضة ، مثل : ماء الخنفية العادى (٦ر٨) ، ثم الماء العسر (٧ر٥) ، ومحلول قاعدى (١٠) ، وآخر حامضى (٣) . وتم النقع لفترات تراوحت من ١٥ دقيقة حتى ٦٠ دقيقة (على المدى القصير) ، ثم ٣ ، ٦ ، ١٢ ساعة (على المدى الطويل) . ولقد أصبحت حبوب القمح خالية تماماً من الملائيون بعد ٣٠ دقيقة من النقع ، وحدث نفس الشيء بعد ساعة من النقع في المحلول الحامضى . ولقد أزيلت المخلفات السطحية تماماً بعد النقع في الماء العادى لمدة ٣ ساعات ، أو بعد ٦ ساعات أو بعد ساعة في المحاليل الحامضية أو القلوية التي ثبت عدم تأثيرها الضار على الإنسان أو الحيوان . ولقد تمت إزالة المخلفات الخاصة بمبيد الدورسيان ، ولكن بعد فترات طويلة من النقع جدول (٥ - ٧) .

جدول (٥ - ٧) : أثر نقع الحبوب الملوثة بالمبيدات في المياه العادية والصرة في التخلص من المخلفات .

محلول النقع	كمية المبيد (٪) بالنسبة للكمية الأصلية بعد ٣ ساعات			
	ملائيون		دورسيان	
	قمح	فول	قمح	فول
ماء عادى	٣ر٢	صفر*	٤ر٣	١٣ر٩
ماء عسر	٧ر٥	٣ر٨	٦ر٥	٥ر٦
محلول قاعدى	صفر	صفر	صفر	صفر
محلول حامضى	صفر	صفر	صفر	صفر

* صفر لانهى عدم وجود مخلفات تماماً ، وإنما قد تبقى وجود مخلفات بمستوى لا يمكن تقديره بطرق التقدير المستخدمة .

وتأكيداً لتخليص الحبوب من مخلفات المبيدات ، ثم تجهيزها عن طريق الغل في الماء ، ثم التخزين لفترات من ١ - ٥ أشهر . ولقد أدت هذه المعاملة إلى انبهار معظم كمية المخلفات الموجودة ، حيث وصلت نسبة الفقد إلى مدى تراوح بين ٩٦ - ٩٩٪ من كمية المبيدات المضافة في البداية .

٢ - الحضررات والفواكه

في إحدى الدراسات التي أجريت بالمعمل المركزي للمبيدات عام ١٩٧٥ ... اتضح أن حوالي ٨١ - ٨٢٪ من كمية مبيد النوفاكرون التي ترش على نباتات الملوخية تنفذ داخل نسيج الورقة بعد ساعة من الرش ، ولا تزال إطلافاً بالغسيل بالماء ، حيث تتحول داخل الورقة إلى نواتج أخرى أكثر سمية ، وكذلك اتضح أن سلوك صوري الدورسبان القابل للاستحلاب والقابل للبلل مختلفان تماماً ، حيث تراوحت معدلات النفاذ بين ٤٠٪ ، ١٩٨٪ على التوالي . ومن أخطر ما أظهرته الدراسة أنه يجب عدم أكل الملوخية المزروعة من حقول القطن المعاملة بالنوفاكرون أو الأزودرين ، وكذلك اتضح أن بقايا الدورسبان على الملوخية كانت في حدود المسموح بتواجده تبعاً لتوصيات المنظمات العالمية . ومن هذا يمكن السماح بتسويقها بعد ٦ - ٩ أيام من الرش . أما مع الجاردونا فيمكن تسويق الملوخية غير المغسولة بعد ٦ أيام ، والمغسولة بعد ساعة من الرش ، نظراً لقلة نفاذ المركب . كما استهدفت الدراسة كذلك مخلفات بعض المبيدات الفوسفورية في الفاصوليا والبامية ومدى ثباتها أو انعكاسها على الصحة العامة . ولقد تبين من الدراسة أن نصف فترة الحياة للمبيدات المختبرة كانت ٤٨ر٠ ، ٤٦ر٨ ، ٣٤ر٨ ، ٦٠ ساعة على الفاصوليا ، ٢٨ر٨ ، ٢٢ر٨ ، ٢٣ر٢٨ ، ٣٢ر٤ ، ٢٣ر٤ ساعة على البامية التي عولمت بمبيدات الأزودرين ، والنوفاكرون ، والدورسبان مستحلب ، والقابل للبلل ، والجاردونا على التوالي . كما ثبت أن مخلفات المبيدات تتناقص بمضي الوقت ، ولكنها تترك كميات لها أهميتها بعد ١٥ يوماً من المعاملة ، إما على صورة المركب الأساسي . أو نواتج تمثيله . ومن أخطر ما أسفرت عنه الدراسة وجود مخلفات من مبيد النوفاكرون (الأزودرين) داخل الفاصوليا الجافة قدرت بحوالي ٢٨ر١ - ٣ر١ جزء في المليون على التوالي ، ولذلك نجب التوصية بعدم استخدام هذا المبيد على الحضررات لثباته العالي . أما الحضررات التي تعامل بالدورسبان ، فيمكن تسويقها بعد ٦ - ٩ أيام من المعاملة . أما فترة الأمان بالنسبة للجاردونا ، فهي ٢٤ ساعة على البامية ، وثلاثة أيام على الفاصوليا .

وفي دراسة ثالثة أجريت بكلية الزراعة جامعة عين شمس عام ١٩٧٧ استهدفت إلقاء الضوء على خطورة مخلفات المبيدات على نشاط الإنزيمات في الحضررات والفواكه التي تلعب دوراً رئيسياً في عمليات الحفظ والتجهيز ، وأثناء التخزين اتضح من الدراسة أن معدل تنشيط وتثبيط الإنزيم في الثمار المعاملة يتوقف على طبيعة التركيب الكيميائي للمبيد ، والتركيز المستخدم ، ونوع المحصول ، ولقد أظهر مبيد الملاثيون سلوكاً متاثلاً في كل من المشمش والعنب ، حيث تثبط إنزيم البيروكسيداز مع

جميع التركيزات . وفي حالة الفراولة والتهن أدت التركيزات العالية إلى زيادة نشاط الإنزيم ، كما بسبب المييد نقصاً في معدل نشاط البيروكسيديز في الفاصوليا الخضراء . ولقد نشط الدائمثويت هذا الإنزيم في ثمار المشمش ، والتهن ، والفاصوليا الخضراء .

ولقد اتضح كذلك أن إضافة المحلول السكرى أدت إلى تثبيط البيروكسيديز . أما التجميد ، فقد أدى إلى زيادة نشاط هذا الإنزيم ، بينما ثبت الكتاليز . وفي أثناء التخزين والتجميد ثبت مييد الدائمثويت نشاط البيروكسيديز ، بينما حدث العكس مع الملائيون في حالة عدم إضافة المحلول السكرى ، وقد ازداد النشاط الإنزيمي في وجود السكر . وأحدث المييدان نقصاً في نشاط الكتاليز في غياب السكر ، وزاد معدل التثبيط خلال فترة التخزين والتجميد .

وتناولت الدراسة أثر عمليات التصنيع في قدرة التأثير التثبيطي للمبيدات على البيروكسيديز والكتاليز في المشمش ، حيث عوملت الثمار بتركيزات مختلفة ، من الميدين بطريقة الغمر ، واتضح من الدراسة أن عملية السلق بطريقتي البخار والماء الساخن أدت إلى نقص في نشاط إنزيم الكتاليز في الثمار المعاملة بالملائيون بتركيز ٠.١٥ ٪ ، في حين أن السلق بالبخار كان أكثر تأثيراً على معدل تثبيط الإنزيم من الماء الساخن . كما أدت معاملة الثمار بالدائمثويت إلى تقليل تأثير تثبيط عملية السلق بالبخار أو الماء الساخن على نشاط الإنزيم ، حيث استرجع الإنزيم نشاطه بعد إجراء عملية السلق . وقد انخفض النشاط الإنزيمي في الثمار المعاملة بالملائيون والمجمدة على درجة - ٢٠ م ، في حين زاد نشاط الإنزيم مع مييد الدائمثويت .

وفي دراسة أجريت بكلية العلوم — جامعة عين شمس — عام ١٩٨٦ ثبت وجود مخلفات من المبيدات الحشرية الثيوديكارب (كاربامات) ، والبيريدافثيون (فوسفوري) ، والفلويسيرات (بيرثرويدز) على السطح الخارجي لأوراق الفول الأخضر ، وفي داخلها وصلت بعد المعاملة مباشرة إلى ٢٠.١١ ، ٢٢.١٥ ، ١٨.٧٣ جزءاً في المليون مع هذه المبيدات على التوالي ، ثم حدث تناقص للمخلفات السطحية بمرور الوقت حتى نهاية التجربة (١٤ يوماً) . وعلى العكس حدث تزايد للمخلفات الداخلية حتى اليوم الثالث بعد المعاملة مع المبيدات الكارباماتية والفوسفورية حتى سبعة أيام مع المركب البيروثرويد ، ثم حدث انبهار ونقص لهذه المخلفات بزيادة الوقت ، ووصل مستوى المخلفات الداخلية بعد ١٤ يوماً إلى ٠.٢٢ / ٠.٤٥ / ٠.٨٣ جزء في المليون مع المبيدات السابقة على التوالي .

ولقد أجريت عملية غلي أثناء طهو الفول الأخضر في الماء لمدة عشرين دقيقة ، ثم قدرت المخلفات بعد ذلك ، وتم حساب النسبة المئوية للفقد . والنتائج التي أسفرت عنها الدراسة يمكن إيجازها في جدول (٥ - ٨) .

جدول (٥ - ٨) : أثر الطهو على انبهار بعض الميادات الحشرية في القول الأعصر .

الميادات المستخدمة	كمية الخلفات قبل الطهيان (جزء في المليون)	كمية الخلفات بعد الطهي		الكمية المفقودة (جزء في المليون) معدل الفقد (%)
		في التبات المثل	في ماء المثل	
ثيوديكارب	٢٩٢,٤٦	١١٣,٢١	٧٥,٤٧	١٠٣,٧٨
بييدافثيون	٣٥٠,٣٣	١٥٣,٣٣	١١٣,٣٣	٨٣,١٧
فلوسينبات	٣٨٥,٧٠	١٧٧,٧٨	١٤٨,١٥	٥٤,٧٥
١٤,٢٠				٣٥,٤٩

الفصل السادس

بعض الاتجاهات التطبيقية للتخلص من بقايا المبيدات في البيئة

أولاً : مقدمة

ثانياً : دور العوامل السابقة في تكسير وتدهور المبيدات ، ومن ثم التخلص من بقايا
المبيدات

الفصل السادس

بعض الاتجاهات التطبيقية للتخلص من بقايا المبيدات في البيئة

أولاً : مقدمة

يستهدف هذا الجزء إلقاء الضوء على كيفية ووسائل التخلص من كميات المبيدات التي تستعمل في برامج مكافحة الآفات المستهدفة ، ومن ثم فقدت فعاليتها ، ولا يمكن التخلص منها بالوسائل التقليدية المعروفة ، نظراً لعدة اعتبارات ، نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر :

- ١ - شدة الخطورة على الإنسان وحيواناته المستأنسة ، والبيئة التي يعيش فيها ، نظراً لسميتها العالية .
- ٢ - لانتهاز أو تنهار ببطء شديد في البيئة ، وتتحول إلى مركبات غير سامة .
- ٣ - تنتج بكميات هائلة .

ومن أمثلة المركبات التي تنطبق عليها هذه المواصفات :

مركبات الزئبق العضوية ، ومركبات الزرنيخ العضوية ، وكبريتات الثاليوم ، والديازينون ، والميثايل باراثيون ، والباراثيون ، والفوراث ، والمالنيب ، والأروكلور ، والبروباكلور ، و CDAA ، والأنرازين ، والد.د.د.ت ، والمبتاكلور ، والتوكسافين ، والليندين ، والكلورامين ، و ٤,٢ - د ، و ٤,٢ - هـ ، والألدرين ، والكلوردن ، والأندرين ، والبيتاكلوروفينول وغيرها من المبيدات الحديثة . ويعتبر الفعل الميكروبي وضوء الشمس من أهم العوامل التي تحدث انبهاراً لمبيدات الآفات في البيئة ، فعند استخدام المبيد بطريقة الرش ، فإن جزءاً لا يستهان به قد لا يصل إلى السطح المستهدف تغطيته ، كما أن جزءاً آخر قد يفقد عن طريق التطاير . والمبيدات التي تتطاير من على الأسطح المعاملة أو خلال التطبيق قد تتحول بفعل الانبهار الضوئي على الصورة البخارية ، ونفس

الشيء للمبيدات الموجودة في الماء ، أو الموجودة على الأسطح المختلفة في البيئة قد تدخل في بعض التغيرات الكيميائية بأشعة الشمس . ومن الثابت أن الكميات الصغيرة من المبيدات التي تتعرض - ولفترات طويلة - للهواء والشمس والميكروبات يحدث لها انهيار سريع ، وتتحول إلى جزيئات صغيرة . وفيما يتعلق بالانهيار الضوئي لمبيدات الآفات لم يتحقق حتى الآن خطوات تطبيقية لاستغلال هذه الطريقة في التخلص من الكميات الصغيرة من المبيدات على نطاق واسع ، حيث إن كفاءتها في انهيار المبيدات مباشرة ، أو جعلها أكثر حساسية لفعل الميكروبات مازال محل دراسة في العديد من معاهد البحث العلمي في هذا المجال .

المشاكل الخاصة بإزالة الملوثات المركزة من المبيدات والتخلص من البقايا تختلف لحد ما عما سبق الإشارة إليه في حالة الكميات الصغيرة والمخففة . ولقد ثبت أن الحرق هو أحسن السبل العملية عندما تتجمع كميات كبيرة من المواد القابلة للاحتراق في مكان واحد . والحرق يعتبر حلاً كاملاً للعديد من مشكل التخلص من بقايا المبيدات والكيميائيات غير المرغوب فيها ، ولكن لابد من تحديد الظروف الواجب توافرها لاحتراق كل مادة على حدة ، وكذلك تحديد سبل تنظيف الغازات المنطلقة بكفاءة ، واتخاذ كافة الطرق لضمان عدم تكوين أو انفراد مواد سامة من جراء عملية الحرق وهذا يتطلب توفير معدات خاصة تتكلف الكثير لإنشائها وتشغيلها .

وإذا كان المطلوب التخلص من كميات وحجوم كبيرة من المبيدات ، فيفضل اللجوء لوسيلة أخرى . وتعتبر طريقة دفن المبيدات في التربة اختياراً ممتازاً من الناحيتين العملية والتطبيقية ، ولكن الاختيار لموقع الدفن ، علاوة على قلة الأماكن المتاحة لهذا الغرض ، تمثل العوامل الحرجة والمحددة لهذا الخيار . ويمكن تجهيز أماكن خاصة تناسب التخلص من المهاليل المخففة للسموم في الأرض ، أو تنقيتها عن طريق الإمرار في مرشحات خاصة وخزانات بها مواد قادرة على ادمصاص المادة الكيميائية . والتخلص عن هذا الطريق يعتمد على دور الميكروبات الأرضية في هدم المبيدات وتحويلها إلى مواد وجزيئات بسيطة غير سامة . وفي الغالب تتحول الجزيئات المعقدة إلى ثاني أكسيد الكربون ، والماء ، وأيونات الكلورين ، وغيرها . ويطلق على هذه العملية الاصطلاح « المعدنية Mineralization » .

ويمكن إضافة طرق المعاملة الكيميائية والتشجيع للطرق ذكرها ، وهي الحرق ، واستخدام الميكروبات لتقليل ضرر الكميات الزائدة من المبيدات . والمعاملة الكيميائية للمواد العضوية قد تتضمن بعض التفاعلات ، مثل تحويل المركبات العضوية إلى رابع كلوريد الكربون من خلال عملية التحلل الكلوريني « Chlorinolysis » ، وهذه تتضمن التفاعل مع الكلورين الغازي تحت ظروف نشيطة . وقد يستخدم التفاعل مع مواد أخرى ، مثل أيلروكسيد الصوديوم ، كما يحدث في حالة التحلل المائي للباراثيون في وجود قاعدة قوية ، وهذا يحدث أيضاً مع معظم المبيدات الفوسفورية العضوية ، ومن ثم تقل سمية هذه المركبات نتيجة للتحلل . ولقد وجد أن معظم المبيدات تنهار بإذابتها في محلول مختزل لأحد المعادن ، مثل الصوديوم في الأمونيا .

والتخلص من المبيدات الكلورينية العضوية مشكلة ذات طبيعة خاصة . وتشير توصيات وكالة حماية البيئة الأمريكية EPA أن الحرق هو الوسيلة الوحيدة المقبولة مع هذه المركبات . وهذا يتطلب أجهزة معقدة قادرة على إعطاء درجات حرارة عالية جدًا ، وهي مصممة لمنع تلوث الهواء الجوى بمواد الاحتراق . وهذه الطريقة تفيد في حالة الكميات الضخمة من المبيدات ، وهي غير سائدة في هذا المجال . وهذه الحقيقة تتطلب ضرورة التركيز على استخدام الطرق التي تعتمد على التحلل المائى والأكسدة . ولقد اقترحت إمكانية تعرض المبيدات للإشعاع ، ثم الميكروبات كإحدى الطرق البديلة للحرق في حالة المخلفات الموجودة على حالة محاليل مائية . وهذه المحاليل المحتوية على أجزاء في المليون من المركبات الكلورينية العضوية أو أية بقايا عضوية سامة يمكن بالتشعيع تقليل سميتها وتكليسها مرة أخرى . وهذه الخطوة تساعد على تكملة الانهيار بواسطة الميكروبات ، وعلى سبيل المثال .. فإن تقليل عدد ذرات الكلورين على الحلقة العطرية لأى مركب كلورينى يزيد من معدل التحلل الميكروبي لهذا المركب . ولقد وجد أن مركب ٤,٢ - د يتحلل أسرع من مركب ٥,٤,٢ - ت بفعل الميكروبات، ونفس الحال مع مركبات ثنائية الفينيل المتعددة الكلور .

ويمثل الانهيار الضوئى طريقة فعالة لتحطيم المبيدات والتخلص منها ، مع الأخذ في الاعتبار أن ضوء الشمس متوفر ، وبدون مقابل ، كما أن الدراسات أثبتت الدور الفعال الذى يلعبه ضوء الشمس في تكسير المبيدات والكيميائيات في البيئة ، ومن الصعوبة تخليق مركب عضوى كيميائى يقاوم فعل الضوء والشمس والهواء لمدة طويلة . ولقد أمكن تنقية الماء بواسطة الهواء والشمس . والعديد من الكيميائيات السامة ، مثل الكلورداى أوكسى ، تنهار في الأشعة فوق البنفسجية . ومبيدات الآفات تتحول تحت ظروف الأشعة فوق البنفسجية إلى مركبات أقل ممية وخطراً في البيئة من المركبات الأصلية . وبظلل هناك العديد من الأسطلة في حاجة إلى إجابة ، وعلى سبيل المثال ..

١ - ماهى سرعة حدوث التفاعلات الضوئية ، وماهو مقدار الطاقة اللازمة لإحداثها ؟

٢ - ماهى المركبات التى يتوقع دخولها في هذه التفاعلات ، ولأى حد تتأثر ؟

ثانيًا : دور العوامل السابقة في تكسير وتدهور المبيدات ، ومن ثم التخلص من بقايا المبيدات

Photochemical reactions

١ - التفاعلات الضوء كيميائية

من المعروف أن معظم المركبات تحلل بالطاقة الحرارية ، وهذه التفاعلات تحدث بسرعة ، بالمقارنة بالأشعة فوق البنفسجية . ولقد أثبتت الدراسات أن كسر الرابطة الكيميائية يحتاج كمية معينة من الطاقة ، وعلى سبيل المثال .. فإن تفريق الرابطة الموجودة بين ذرتى كربون يتطلب توفير طاقة مقدراها ١٠٠ كيلو كالورى لكل مول ، لذلك فإن كسر هذه الرابطة بفعل الضوء يحتاج توفيره بما يعطى هذه الكمية من الطاقة . والإشعاع الكهرومغناطيسى يعطى طاقة تتناسب عكسياً مع طول الموجه ، لذلك فإن الجهاز يعطى طاقة كافية عند أطوال موجات ضوئية قصيرة . وفي هذا الخصوص

يستعمل مصدر كهروكيميائي مناسب ، مثل قوس الزئبق المتوسط الضغط بطاقة قصوى تتوزع حول ٢٥٤ نانوميتر . وهذا المصدر يجب حفظه في إناء من الكوارتز ، حتى يسمح بمرور الموجات القصيرة . ومعدل الانبعاث الضوئي يتوقف على عدة عوامل ، فالانبعاث المباشر لأى مركب عضوي في المحلول يتطلب ضرورة امتصاص الضوء ، حتى يحدث التفاعل . وتقاس الطاقة الضوئية بالكوانتا ، وتحسب كفاءة العملية بقسمة عدد الكوانتا التي تمتص بواسطة المواد المتفاعلة على عدد الجزيئات الناتجة من الانبعاث الضوئي . ويعبر عن ذلك بالكوانتم الناتج من العملية « quantum yield » . وهذا لا يعطي مقياساً وثيقاً عن معدل التفاعل ، لأنه يعبر عن عامل واحد فقط ، علاوة على تأثيره بمعدل امتصاص النظام للضوء ومكونات الضوء المتص التي توصل للحالة النشطة . ويجب أن يؤخذ في الاعتبار أن مصدر الضوء المستخدم لا يجب أن يعطي طاقة كافية فقط ، ولكن يجب أن تكون شدة الضوء كافية ، معبراً عنها بالطاقة الناتجة/وحدة زمنية .

ولقد ثبت أن امتصاص الجزيئات للضوء يعبر عنه بشكل منحني الامتصاص مهند أى موجة ضوئية ، فمركبات البنزين تمتص الضوء قليلاً عند ٣٠٠ نانوميتر ، وهذا يتطلب مصدرًا زئبقياً غير مرشح . ويجب أن يكون معلوماً أن امتصاص الجزيئات للضوء لا يعنى بالضرورة حدوث انبعاث وتكسير لهذه الجزيئات ، لأن الضوء القادر على عملية الانبعاث الكهروضوئي لابد أن تكون له طاقة وشدة معينة ، ولابد أن يؤخذ في الاعتبار احتمالات فقد الطاقة بعد اصطدامها بالجزيئات .

وهناك عمليات تحقق الانبعاث الضوئي كيميائي للمركبات العضوية بتعرضها للضوء المحتوى على موجات طويلة ، ويتأتى ذلك عن إحداث زيادة في حساسية الجزيئات ، ومثال ذلك .. مبيد الحشائش الأميتروال الذي يقاوم الفعل المباشر للضوء ذى الموجات الأكبر من ٢٦٠ نانوميتر ، حيث إنه يبدأ امتصاص الضوء عند الموجات القصيرة ، ومن ثم يعتبر مركباً ثابتاً ضوئياً ، ولكن الأميتروال في وجود الريبوفلافين في المحلول المائي يتحلل سريعاً في وجود الضوء ذى الموجات أكبر من ٣٠٠ نانوميتر . ويحدث نفس الشيء مع مركبات السيكلوداين الكلورينية في وجود الأسيتون ، حيث تمتص الضوء على موجات ٢٩٠ نانوميتر ، وتدخل بعد ذلك في تفاعلات ضوء كيميائية . وعمليات خلق الحساسية في الجزيئات تعنى نقل الطاقة من الجزيء الذى امتص الضوء ، وأصبح في حالة هياج إلى حالة عالية الطاقة . والتصادم الذى يحدث من طول بقاء هذه الحالة ينقل الطاقة لجزيء آخر يعتبر كإداة متفاعلة ، ونتيجة لذلك يحدث التفاعل الضوئي كيميائي للجزيئات ، دون أن تمتص الضوء مباشرة .

وهناك نوع آخر من نقل الطاقة يتمثل في « نقل الشحنات » ، ومثال ذلك إحداث انبعاث ضوئي للمركبات العطرية المألوجينية ، مثل : الـ د.د.ت في وجود الأمينات ، حيث يقوم البنزين المألوجيني بدور مستقبل الإلكترونات في تكوين محقدات هالجنة من ناقلات الطاقة مع الأمينات . ويحدث انحلال ضوئي لهذه المعقدات على موجات ضوئية قصيرة عما هو مطلوب في حالة المركبات المألوجينية بدون إضافة المنشطات « الأمينات » .

والمنشطات توجد في الطبيعة بوفرة ، خاصة في المياه ، حيث تساعد على الانهيار الضوئي للموئات الموجودة في الأنهار والبحار المائية . وبصرف النظر عن لرن المياه ، فقد تكون شفاقة أو معتمة ، إلا أن معدل الانهيار الضوئي للكمياليات بالقرب من سطح هذه المياه يكون أعلى منه في حالة المياه المقطرة . ولقد وجد الباحثان Ross & Crosby عام ١٩٧٥ أنه في وجود أو غياب الضوء ذى الموجات الأطول من ٣٠٠ نانوميتر يظل الألدرين (١٠ ميكروجرام/لتر) ثابتاً دون تحلل في الماء الخالي من المعادن . والألدرين لا يمتص الضوء الأطول من ٢٥٠ نانوميتر ، ولكن في وجود المنشطات ، مثل : الأسيتون ، والأسيتالدهيد تحدث له أكسدة ضوئية ، ويتحول إلى الديلدرين دون تدخل الأكسجين . ولقد تبين أن تكوين المؤكسدات الضوء كيميائية ، مثل حامض الخليك الثلجي هي المسؤولة عن هذا التحول . كما تبين وجود مؤكسدات غير متطايرة في وسط التفاعل نتيجة للدراسات التي أجريت في حقول الأرز المغمورة بالمياه . ولقد تحول حوالى ٢٥٪ من كمية الألدرين إلى الديلدرين بعد ٣٦ ساعة من التعرض للإشعاع .

ولقد درس تأثير حالة السطوح التي تتعرض لها الجزيئات ، حيث إن حدوث التداخل بينها يؤدي إلى تغيرات في الصفات الطبيعية والكيميائية للجزيئات من خلال تأثيرات المجاميع القطبية وغير القطبية عند منطقة بين السطوح . فلو شمع الجزيء ، فإنه يظهر سلوكاً ضوئياً كيميائياً نتيجة لتغير علاقات الطاقة بين الحالات الإلكترونية النشطة . وإثبات ذلك تم قياس نشاط الأشعة فوق البنفسجية للأيلينات والفينولات في الهكسان في وجود أو غياب السليكا . ولقد اتخذ التغير في تكوين روابط الأيدروجين كمعيار للتغير في مدى الامتصاص الضوئي الأقصى . ويحدث تغير في مدى الامتصاص عند ادمصاص الجزيء على مادة صلبة ، وهذا يؤدي إلى تغير سلوكه الضوء كيميائياً . ويبدو أن التربة تحمي الجزيئات من الانهيار الضوئي ، بينما السليكا تساعد هذا الانحلال .

ولقد أشار الباحث Korte ومعاونوه عامى ٧٤ ، ١٩٧٥ إلى معرفة عدد من المركبات نتيجة للتعرض للأشعة فوق البنفسجية في وجود تيار من الأكسجين ، حيث قاموا باستخدام مصباح ذى ضغط عال (١٢٥ وات) في غلاف من البيركس البارد . ولقد وجدوا أن معدلات تحول المركبات تزداد إذا كانت مدمصة على مواد خاصة ، عما لو كانت على صورة مواد صلبة ، أو على شكل رقائق . ولقد حدث تدهور كامل لبعض مركبات السيكلوديين عندما شععت في الحالة الجافة .. والجدول (٦ — ١) يوضح معدل انهيار مركبات البنتاكلوروفينول وال d . d . ت الحملة على السليكاجيل ، والتي عرضت لموجات ضوئية ٢٩٠ نانوميتر .

وفي بعض الحالات تم تقدير كمية ك٢١ وكلوريد الأيدروجين المنطلق من التفاعلات الضوء كيميائية . وتجدر الإشارة إلى أن معدلات اختفاء المبيدات قد لا ترجع كلية إلى تكوين نواتج انهيار ضوئية بقدر ما ترجع إلى حدوث التطاير .

جدول (٦ - ١) : معدل انهيار مركبات البتاكلور فيبول وال د . د . ت الحملة على السليكا جيل .

المركب	(مللجرام)	الكمية المتبقية بعد الفترات التالية			
		٤ أيام		٧ أيام	
		مللجم	%	مللجم	%
بتاكلوروفينول	١٠٢	٢٦	٢٥	١٢	١٢
د.د.ت	٣٨٥	٢٩٨	٧٧	٢٥٥	٦٦
د.د.إى *	٣٦٢	٩١	٢٥	٦٩	١٩

* تم الكشف عن وجود مركب دايكلوروفينول (٣٨ مللجرام) ، تراى كلوروفينول (٧ مللجرام) .

ولقد وضعت وكالة حماية البيئة الأمريكية في أثينا وجورجيا علاقات كمية يمكن بواسطتها التنبؤ بمعدلات الانهيار الضوئي للمبيدات عند تعريضها لأشعة الشمس . ومعدل انهيار المبيدات في المسطحات المائية يكون عاليًا بالقرب من السطح ، ويقل كلما زاد العمق ، وهذا ينعكس على نصف فترة الحياة . وشدة الضوء ومدة سطوع الشمس تلعب دورًا كبيرًا في هذا الخصوص ، حيث تختلف معدلات الانهيار في المواسم المختلفة كما يتضح مع مركب الـ د.د. إى في الجدول (٦ - ٢) .

جدول (٦ - ٢) : انهيار المبيدات في المواسم المختلفة .

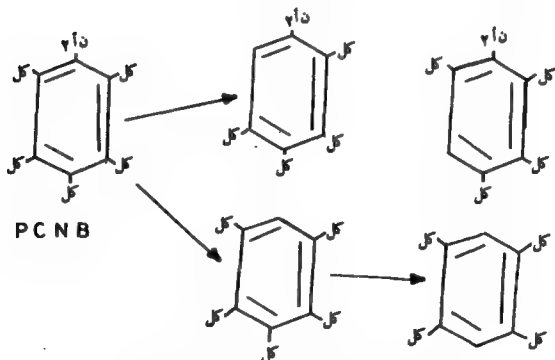
الموسم	نصف فترة الحياة
الربيع	١,٤ يوم
الصيف	٠,٩٤ يوم
الخريف	٢,٤ يوم
الشتاء	٦١ يومًا

ولقد طورت مؤسسة Houston طريقة فعالة لتكسير وتحطيم الكيمائيات الضارة في الهاليل ، مثل : سيانيدات المعادن الثقيلة . والمبيدات تعتمد على استخدام التشعيع بخلط من الأوزون والأشعة

فوق البنفسجية . ويستخدم لتحقيق هذا الغرض جهاز بسيط يتكون من وعاء التفاعل ، ومولد الأوزون ، وموزع الغاز ، وخلاط ، ومصباح زئبق ذى ضغط عال . ولقد نجحت هذه الطريقة في تقليل مستوى المبيدات بتناكلوروبنزين ، والملاثيون ، والفام ، والباييون من ٥٠ جزءاً في المليون حتى أقل من نصف جزء في المليون . ولقد تم تقليل مستوى الـ د.د.ت من ٥٨ جزءاً في المليون إلى أقل من ٠,٥ جزء في المليون خلال ٩٠ دقيقة من التعريض . وتوجد حالياً وحدات تفاعل ذات سعة من ١٠ - ٢١ لتراً . وما زالت المؤسسة تجري العديد من الدراسات حتى تتوصل لأجهزة ذات سعة كبيرة . وتستهدف الدراسات الحالية الوصول لمعدل تحطيم للمبيدات الكلورينية (د.د.ت - بتناكلوروبنزين) ، والفوسفورية (ملاثيون) ، والكاربامات (باييون - فام) تصل حتى ٩٩٪ خلال مدة تعريض قصيرة . ولقد أشارت المؤسسة إلى أن عملية التحطيم تتأثر بالعديد من العوامل ، مثل : درجة حرارة المحلول ، وشدة الإشعاع ، وتدفق الأوزون ، ومعدل التقليب . وحتى الآن لم تتسع دائرة المركبات المختبرة ، كما لم نجر عمليات تقييم لتكلفة العملية ، ومع هذا .. فإن نتائجها تبشر بمستقبل كبير ومشجع .

ومن الناحية العملية يجب الاهتمام بمعرفة معدلات الانهيار الضوئية كيميائية ، وكذلك طبيعة الكلور أو الهالوجين بصفة عامة ، فمعد تعريض لإثارات مثيل كلوروفينول للضوء (أقل من ٢٦٠ نانوميتر) يتحول إلى مركب خال من الكلور بنسب مختلفة تبعاً لنوع المشابهات وفترة التعريض .

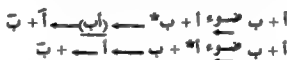
وفيما يلي شكل (٦ - ١) يوضح لإنبهار مركب بتناكلوروبنزين .



شكل (٦ - ١) : الانهيار الضوئي لمركب بتناكلوروبنزين .

ويجب أن تتناول الدراسات الخاصة بالانحياز الضوئي للمبيدات استخدام المنشطات الضوئية التي سبقت الإشارة إليها ، مثل : البنزوفينون ، والريوفلافين ٥ - فوسفات . ومن التأثير للدهشة ماوجده العلماء Ivie & Casida عام ١٩٧١ أن الروتينون وغيره من مبيدات الآفات وبعض الكيمياءات الأخرى تصلح كمواد منشطة للتفاعلات الضوئية ، وذكر - على سبيل المثال - بعض الأمينات العطرية ، والأنثراكينون ، والبنزوفينون . ومن المخلط التي أظهرت كفاءة كمنشطات ضوئية : مخاليط آيت/ ديلدرين ، وكارين/ سومثيون ، وفينوسيازين/ د.د.ت ، وروتينون/ديلدرين . ولقد وجد الباحثون أن مخلوط الكلوروفيل المستخرج من البلاستيدات الخضراء للإسفاناخ مع الروتينون فعال جدًا في تنشيط التفاعلات الضوئية للمبيدات الفوسفورية ، والكاربامات ، والبيرثينات ، ومشتقات الداي نيتروفيولات .

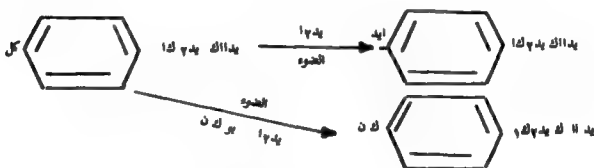
ومن العوامل الهامة والمحددة لطبيعة التفاعلات الضوء كيميائية الوسط الذي توجد فيه المادة أو المواد المتفاعلة . ففي التجارب العملية ثبتت أهمية دور المذيبات العضوية في تحديد سرعة التفاعلات الضوئية ونوعية المواد الناتجة منها . وتعمل المذيبات بأحد طريقتين : الأولى كمنشطات ضوئية ، أو تشارك جزيئات التفاعل في الطاقة ، كما في المعادلتين التاليتين :



حيث إن أ تمثل جزيء المبيد ، ب تمثل المادة المساعدة للتفاعلات الضوئية .

وتجدر الإشارة إلى أن التفاعلات الضوء كيميائية تشتمل عدة اتجاهات مثل :

(أ) التحلل المائي في وجود الضوء Hydrolysis ، حيث يحدث إحلال لذرة الكلور الموجودة على حلقة البنزين بإحدى مجموعات الأيدروكسيل .



شكل (٦ - ٢) : التحلل المائي في وجود الضوء .

(ب) فقد المجموعات الهالوجينية Dehalogenation ، كما في مركبات البنتاكلوروبنزين ، والكلوردين ، والمهبتاكلور ، وغيرها . ويطلق عليها تفاعلات اختزالية ، وهي فعالة في الوقت الذي لا تستطيع الكائنات الدقيقة أن تقوم بنفس العمل .

(ج) الأكسدة الضوئية Oxidation ، وتحدث بالتفاعل بين الأكسجين وجزيئات المبيدات النشطة ضوئياً ، لذلك تحدث التفاعلات في الجو العادي ، وليس في المحاليل المائية . ومن أكثرها شيوعاً تحول فو = كب إلى فو = أ
(د) تكوين المشابهات الضوئية Isomerization & polymerization ، كما في المركبات الكلورينية الحلقية ، والأمينات ، والببتاكلوروفينولات .

Micro wave

٢ - الموجات الدقيقة

دلت الإحصائيات الأمريكية على أن حوالي ١٠ ملايين طن من المواد السامة والمخلفات الضارة تتخلف سنوياً ، ومن بينها حوالي الخمس يحتاج إلى طرق خاصة للتخلص منها ، نظراً للصبوبات الشديدة للمعاملة ، ومن أمثلة هذه المواد : المبيدات التي أوقف استخدامها وسحبت من الأسواق ، وتلك التي لا تطابق المواصفات ، ومخلفات المصانع الكيميائية ، والمفرقات ، والمخلفات البيولوجية ، ومعدنات السرطان ، والطفريات وغيرها . وهي توجد في كميات كبيرة ، وكذلك في لوطات صغيرة . والمركبات الشديدة الخطورة هي :

النيتروسمامين المسببة للسرطان ، والفينيل ، وكلوريدات الفينيلدين ، والدايوكسينات المحتوية على الهالوجينات والأمينات العطرية ، وهذه توجد في كميات صغيرة .

المركبات العضوية المعدنية التي تحدث تسممات حادة ومعقدات المعادن الثقيلة ، مثل : الزئبق ، والزرنيخ ، والكاديوم ، والخصائص الناتجة من عمليات الصناعة والمبيدات .

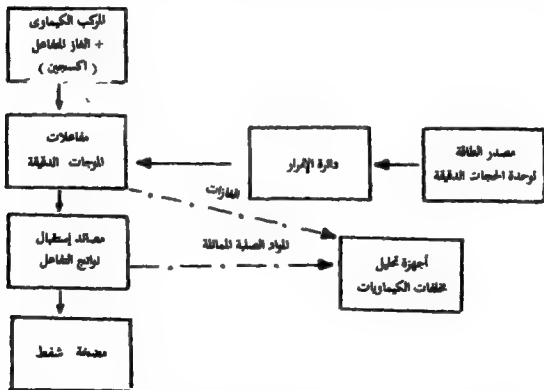
السموم العصبية ، مثل : مركبات الفوسفور العضوية ، ومصدرها القوات المسلحة ، وتشمل كذلك المبيدات بأنواعها المختلفة .

وإذا تكلمنا عن المركبات ذات السمية الاعتبارية ، مثل : محاليل الـ د.د.ت المخففة ، وكذلك مبيدات الآفات المختلطة بالمذيبات ، أو مخلفات القمامة ، خاصة تلك التي لها سمية متوسطة على الثدييات (ج.ق.ه أعلى من ٥٠٠ ملجم/كجم من وزن الجسم) نجد أنه استحدثت وسائل للتخلص منها ، مثل : التحطيم الحراري ، والانحياز الكيميائي ، والبيولوجي ، وطرق الدفن الخاصة في التربة . وبصرف النظر عن أفران الحرق استحدثت طرق تكنولوجية جديدة خلال العشر سنوات الماضية للتخلص من السموم الشديدة ، السمية ، وذات الثبات العالي في البيئة ، مثل : مركبات الكيمائيات ، والمواد النقية . والطرق الشائعة تتمثل في دفن هذه المركبات في التربة ، أو تخزينها فوق سطح التربة في ميان خاصة ، أو الاحتفاظ بها في براميل . وهذه لا تعتبر طرق تحلل حقيقية ، ولكنها طرق لإخفاء المركبات بعيداً عن التداول انتظاراً لإيجاد طرق فعالة للتخلص منها .

ولقد بدأت محاولات تحطيم المركبات العضوية بإمرارها خلال مولدات الموجات الدقيقة في معامل بحوث لوكهيد عام ١٩٦٧ . وهذه الموجات تسرع من إحداث العديد من التفاعلات الكيميائية ، خاصة تكسير الروابط . وفي معامل الجيش الأمريكي أجريت برامج خلال عامي ١٩٧٢/٧٠ لتحطيم

المنشطات الغازية السامة بإمرارها في مولدات تحتوي على الهليوم والهواء ، ولقد تحطمت تمامًا مركبات الفوسفونات العضوية .

ولقد استهدفت برامج استخدام الموجات الدقيقة إمكانية تطبيقها على نطاق واسع ، وليس المعمل فقط ، ودراسة كفاءتها على العديد من المبيدات وغيرها من الكيمائيات الضارة ، وكذلك إمكانية استرجاع المواد الناتجة وغير الضارة . ومولدات الموجات الدقيقة Plasma عبارة عن مخلوط من غازات متأينة جزئياً تتكون من إلكترونات حرة ، وأيونات ، وأنواع متعددة مختلفة . وتجدر الإشارة إلى أن الإلكترونات الحرة عبارة عن البادئات الأساسية للتفاعلات ، فعندما تصطدم الإلكترونات بالمواد المتفاعلة يحدث لها تأين ينتج إلكترونات أكثر وأيونات ، أو قد يحدث تشتت للمواد المتفاعلة إلى قواعدها الأساسية ، وهذه بالاشتراك مع الإلكترونات الفردية تحدث سلسلة من التفاعلات السريعة تنتهي بتعطيل المركبات . وتكسب الإلكترونات الحرة الطاقة من المجال الكهربائي الناتج تحت ضغط منخفض ، مما يسمح للإلكترونات الحرة باكتساب الطاقة لدرجات حرارة عالية بكثير منه في حالة الغازات المتعادلة . ولقد وجد أن حرارة الإلكترونات تصل إلى أكثر من ١٠٠٠٠ فهرنهايت ، بينما الغازات العادية لا تتعدى ١٠٠٠ فهرنهايت . ونتيجة للتشغيل تحت الظروف غير المتزنة من استخدام الطاقة . وحيث إن هذا التكنيك يعتمد على الإلكترونات وليس على الحرارة ، فإن المولدات لا تستدعي وجود أفران أو أجهزة حرق ، مما يخفض التكاليف . وفيما يلي رسم مبسط لنظام الموجات الدقيقة في التخلص من بقايا المبيدات والمواد العضوية السامة شكل (٦ - ٣) .



شكل (٦ - ٣) : نظام وحدة الموجات الدقيقة للتخلص من بقايا المبيدات والمواد العضوية السامة .

ولقد أشارت نتائج تحليل نواتج تعريض مييد الملائيون إلى تكوين حامض الفوسفوريك ، والباقي غازات ، مثل : ك^٢ ، ك^٢أ ، ك^٢ب و ماء . ولقد وصلت نسبة التحول إلى ٩٩,٩٨% من الكمية الأصلية . ولقد وجد أن جميع نواتج هدم PCB ، وكذلك الأروكلور بعد تعريضها لوحدة الموجات الدقيقة (٢٥٠ وات على ١٠٠ ضغط) كلها غازات ، ووصلت درجة التحلل إلى ٩٩,٩% ، ونتجت غازات أكاسيد الكلورين والفلورين عند إجراء العملية في المعمل ، ولم تظهر هذه الغازات السامة على النطاق الواسع . وعند إجراء تعريض الميثيل بروميد للموجات الدقيقة نتج ك^٢أ ، ك^٢ب ، يد^٢أ ، يد بروالمين ، ووجدت أكاسيد البروم في مصائد النيتروجين السائل ، ولكنها لم تظهر على هرجات الحرارة العالية ، ووصلت نسبة التدهور لأكثر من ٩٩% . وكل الحالات السابقة - علاوة على مركبات فينيل ميركريك أستينات - استخدم في هدمها غاز الأكسجين مع الموجات الدقيقة . ولقد استخدم غاز الأرجون في تحطيم الملائيون داخل الوحدات الموجبة ، ووصل التدهور لمعدل ٩٩% من الكمية الأصلية ، ونتج من التحطيم البروم ، وبروميد الأيدروجين ، والميثان ، والإيثيلين ، والأستيلين .

وتجدر الإشارة إلى اقتصاديات العملية ، حيث إن التخلص من رطل واحد من مركب الزئبق المعدني (PMA) يتكلف ١٩, دولاراً بأسعار عام ١٩٨٠ ، وهذه تكلفة معقولة إذا أخذت في الاعتبار سمية المركب وتأثيراته الجانبية في البيئة . وهذا التكنيك يشر بمستقبل كبير ، حيث يجب إنشاء وحدات الموجات الدقيقة في الأماكن التي تتداول فيها السموم ، مثل : الجامعات ، والمستشفيات ، ومراكز البحوث ، والمصانع ، والمناطق الصناعية . المواد التي يمكن التخلص منها وتكسيرها بالموجات الدقيقة تشمل : الغازات ، والسوائل العضوية النقية ، والمخاليط ، والمخائيل ، والمخائيل ، والمواد الصلبة النقية ، والمخلوطة مع المكونات غير العضوية .

٣ - التخلص من المبيدات بالحرق والانهار الجارية

Incineration and Thermal degradation

من الأمور الخطيرة التي تواجه قيادات الزراعة اليوم هي كيفية التخلص من الكميات الكبيرة من مخلفات مبيدات الآفات دون تلوث البيئة . ونظراً لتنوع الكيماويات المستخدمة كمبيدات تعقّد المشكلة ، حيث لا توجد طريقة واحدة يمكن بواسطتها التخلص من الجميع . وفي الماضي كانت الطرق الشائعة تتمثل في دفنها في حفرة أرضية سطحية أو عميقة ، وهذه غير مناسبة للتخلص من الكميات الكبيرة ، كما لا توجد ضمانات عن استمرار وجود المركبات في هذه الحفرة ، حيث إن هناك احتمالات كبيرة لتحركها خلال المنحرف التربة أو الماء الأرضي . والحرق هو الوسيلة الفعالة للتخلص من المبيدات ، وهو يستهدف تحطيم الجزيئات تماماً ، ومن ثم يجب أن تؤخذ في الاعتبار مجموعة من العوامل حتى نحصل على النتيجة المرجوة ، ومثال ذلك : (١) معرفة الانهيار الحراري للمبيدات - (٢) حرارة الانهيار - (٣) احتمالات انفراد غازات سامة من عملية الحرق - (٤) معرفة جميع

نواتج الاحتراق الكامل وغير الكامل، مما يساعد على تعميم نظام يقلل من تلوث الهواء بهذه المواد.

ولقد قام الباحثون بجامعة الميسيسبي Kennedy، والجيش الأمريكي Holloman، ومعامل الكيمياء بالولاية Hutto، بتجربة رائدة، حيث تم اختيار ميدين فطرين وأربعة ميديدات حشرية هي على التوالي: الكابتن، والمانيب، والميثايل باراثيون، والميريكس، والتميك، والتوكسافين. ولقد تم تحديد درجات الحرارة التي يبدأ عندها انهيار كل مركب، كما في الجدول (٦ - ٣).

جدول (٦ - ٣): درجة حرارة إنبهار بعض المبيدات في الحيز المغلق

نقطة الانصهار (درجة مئوية)	طبيعة المستحضر	% عادة فعالة	درجة حرارة الإزالة في وسط مغلي	النقص في الوزن %	النقص في الوزن %	درجة حرارة الانصهار
الكابتن	ق ب	٤٦,٥	٢٠٠	٢٩,٢	٥٨,٢	٢٧٥
مانيب	ق ب	٨٠	٢٠٠	٣٧	٧٢,٢	٢٠٠
الميثايل باراثيون	س	٤٤,٢	٢٠٠	٦٤,٧	٩٧,٥	٢٠٠
ميريكس	ح	٠,٣	٢٠٠	٤٧,٩	٩٩,٣	٥٢٥
تميك	ح	١٠,٨	٢٠٠	١٥,٨	٩٩,٣	١٧٥
توكسافين	س	٩٠,٢	٤٠٠	٩٤,٢	٩٩,٩	٢٥٠

ق ب = مسحوق قابل للبلل س = سائل ح = محبب على نشارة الذرة

وفي دراسة أجريت بمعهد بحوث Mid west عام ١٩٧٥ استنتج أن ميديدات الآفات العضوية يمكن تحطيمها تمامًا. ولقد أوصت وكالة حماية البيئة الأمريكية بالحرق على درجة حرارة ١٠٠٠°م لمدة ثانيتين أو ١١٠٠°م لمدة ثانية واحدة، مع توفير زيادة من الأكسجين من ٨٠ - ١٦٠%. ولابد أن يواكب هذا الحرق تحقيق وسائل لتلاقي ضرر الغازات المنطلقة من الحرق، مثل فوآ٢٥، يد كن، يد كل، كب أ٢ وأكاسيد النيتروجين. ولقد قامت محطة بحوث جامعة Dayton عام ١٩٧٧ بإجراء محاولات لتحطيم الكيبيون والميريكس. ولقد تم التخلص منها بالحرق بكفاءة ٩٩,٩٩% على درجة ٥٠٠، ٥٧٠°م لمدة ثانية واحدة فقط على التوالي. والمشكلة مع هذين المركبين أن الحرق ينتج مواد وسيطة شديدة الضرر فسي البيئة، مثل: هكساكلوروسيكلوبنتادين،

والهكساكلوروبنتزين ، ومركبات أخرى غير معروفة . ولقد قامت مؤسسة Midland-Ross عام ١٩٧٧ بحرق حوالي ٦٨ كجم من ميد الكييون على دفعات كل منها ٤ كجم خلال شهرين على درجة حرارة ٥١١٠٠ م لمدة ثنيتين . وفي النهاية نتجت مخلفات كآ٢ ، يدأ٢ ، يد كل ، وآثار من سادس كلورور البنتزين . ولقد صرحت ولاية فلوريدا لبعض المؤسسات بإنشاء أفران حرق خاصة تكفي للتخلص من ٤٥٠٠٠ كجم من ميد الكييون .

ولقد قامت شركة شل بتجربة رائدة في التخلص من المركبات الكلورينية العضوية في البحر بالقرب من شاطئ خليج المكسيك عن طريق الحرق ، وبالرغم من أن هذه المركبات التي تتلوثها التجارب ليست ميידات ، لكن النتائج التي أسفرت عنها الدراسة ساهمت كثيرًا في مجال التخلص من الميידات . ولقد تم حرق المواد الكلورينية بمعدل ٢٥ طنًا / ساعة على درجات حرارة تتراوح من ١٢٠٠ - ١٣٥٠ م° ، ووصلت كفاءة العملية ٩٩,٩ % . ولقد سمح للغازات الناتجة من الحرق بالتسرب للهواء الجوي (بخار ماء - ثاني أكسيد الكربون - كلوريد الألدروجين) . ولقد أشارت نتائج تحليل عينات المياه التي قام بها علماء الأسطول الأمريكي عدم زيادة تركيز المواد العضوية الكلورينية بشكل محسوس في مياه الخليج ، كما لم يؤثر على الحياة البحرية ، مما دعا الجهات المستولة لإسناد مهمة التخلص من ٥٠,٠٠٠ طن كيميائيات لشركة شل .

ويعتبر مبيد Mirex من أكثر المبيدات مقاومة للتحلل الحرارى ، وبعد تسخينه على درجة حرارة ٥٢٥°م تخلفت عن الحرق على صورة بلورات بيضاء ، وقطرات سائلة (٣٣ مركباً) ، وغازات يد كل ، كل ٢ ، ك كل ٤ ، ك ٢١ . وبعد حرق التوكسافين على ٤٠٠°م تنتج مواد كربونية صلبة وسائل أسود ، بالإضافة إلى ٢٣ غازاً ، وكذلك يد كل ، ك ٢٣ يد كل ، ك ٢٥ يد كل ، ك ٢٤ يد كل ٢ ، ك ١ كل ٢ ، ك ٢٤ يد كل ٢ ، ك كل ٤ وكلوريد الفينيل . وعن طريق قوانين الديناميكا الحرارية أمكن استنتاج وتصور لجميع المركبات الناتجة من حرق المبيدات والمركبات العضوية . ولقد وجد أن عدد جزيئات الهواء بالمواد اللازمة للحرق الكامل لمول واحد من المبيد يختلف باختلاف نوع المبيد ، ومثال ذلك : ٥٠ للميريكس ، ٥٥ للكابتان ، والثيرميك ، والتوكسافين ، و ٦٠ مول للمانيب والميثايل باراثيون . والآن أصبح من المؤكد أن المحتوى الكربونى للمبيدات يتأكسد إلى ك ٢١ مع وجود كميات صغيرة من ك ٢ ، ويتحول المحتوى النيتروجينى إلى غاز النيتروجين وبعض الأكاسيد النتروجينية . ومعظم الأيدروجين الموجود فى جزيئات المبيدات يتحول إلى الماء وكلوريد الأيدروجين ، كما أن الكبريت يتحول إلى ك ٢١ ، ك ٣ ، فيما عدا مبيد المانيب . والمحتوى الكلورىنى يتحول إلى غازات كلوريد الأيدروجين والكلور . والمانيب هو الوحيد الذى ينتج مركبات صلبة على درجات الحرارة العالية . وعلى درجة حرارة ١٧٢٧°م يتأكسد المنجنيز إلى أكسيد المنجنيز الذى يتفاعل مع الأكاسيد الكبريتية الناتجة كغازات مكوناً كبريتات المنجنيز بعد التبريد . ويتحول الفوسفور فى مبيد الميثايل باراثيون إلى فو ٢ ، فو ١ ، على درجة حرارة ١٧٢٧°م ، وإلى فو ١ ، على درجة حرارة ٢٧°م .

ولقد أثبتت الدراسات الحديثة ان التركيزات الفعلية لغاز أول أكسيد الكربون في عادم السيارات تعادل تماماً التركيزات عند حرارة الاحتراق ، عنه عند حرارة العادم . ولقد وجد أن أكسيد النيتروجين تتكون بطريقتين . الأولى : أكسيد النيتروجين الجوى على درجة حرارة أعلى من ١٧٦٠م ، كما في المعادلات الثلاث التالية :



والطريقة الثانية تتمثل في أكسدة نيتروجين المبد نفسه . والثوابت الحركية المحددة لهذا التفاعل تماثل تلك المحددة لعملية الاحتراق . ولا يمكن إغفال احتمالات وجود غازات أول أكسيد الكربون ، وأول أكسيد النيتروجين في عوادم أفران الحرق ، وثبت نفس الشيء مع الكبريت الذى يتأكسد إلى كبريت أ. ، وكبريت ب. . والأخير يتفاعل مع الماء مكوناً حامض الكبريتيك جدول (٦ - ٤) .
جدول (٦ - ٤) : نواتج احتراق بعض المبيدات الضوئية على الكبريت في الهواء .

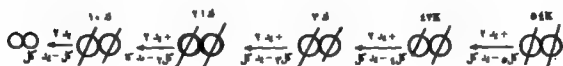
البيبيك		الميثائل باراليون		نتائج الاحتراق *
٢٧م	١٧٢٧م	٢٧م	١٧٢٧م	
١٨، ١.٠٣-٢٢	١٠، ١.٠١-١٠	٨٤، ١.٠٣-٢١	٨٠، ١.٠٣-١٠	أ
لا يوجد	٢٤، ١.٠٣-٩	لا يوجد	٨٥، ١.٠٣-٩	كب
لا يوجد	٩٥، ١.٠٣-٩	لا يوجد	٠٦، ١.٠٣-١٠	يد
لا يوجد	٩٢، ١.٠٣-٠	لا يوجد	١٦، ١.٠٣-٠	كب أ
٢٧، ١.٠٣-١٤	٦٥، ١.٠٣-٢	٣٧، ١.٠٣-١٤	٥٢، ١.٠٣-٢	كب أ
٦٧، ١.٠٣-٢	١٩، ١.٠٣-٠	٥٦، ١.٠٣-٢	٦٨، ١.٠٣-٠	كب أ
لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	م
لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	م أ (كب)
لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	م كب أ (كب)
لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	٦٣، ١.٠٣-٨	فون
لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	٨٣، ١.٠٣-٦	ك أ
لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	٤١، ١.٠٣-٢	فون أ
لا يوجد	لا يوجد	لا يوجد	٠١، ١.٠٣-٤	فون أ
لا يوجد	لا يوجد	٩٢، ١.٠٣-٣	لا يوجد	فون أ (كب)
لا يوجد	لا يوجد	٧١، ١.٠٣-٨	٠٠، ١.٠٣-٨	فون أ

* كمية نواتج الاحتراق بالمول .

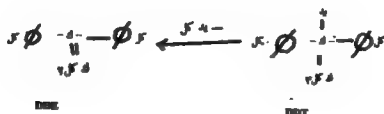
٤ - التخلص من كلورة المركبات الكلورية Catalytic hydrodechlorination

تعتبر هذه الطريقة واحدة من الطرق المأعوزة في الاعتبار لتحويل المبيدات الكلورية وغيرها من المركبات المحتوية على الكلور إلى الكلور إلى نواتج مقبولة من وجهة نظر البيئة . ولقد قام العديد من الباحثين بدراسات بهدف إجراء هذه التفاعلات على الـ د.د.ت ومشتقاته ، والأروكلور ، والبايفينيل ثنائي الكلور . وتناولت هذه التفاعلات الوسطين الغازي والسائل تحت ضغوط مختلفة (من ١ - ٥ بار) ، مدى واسعاً من درجات الحرارة (من ٢٠ - ٥٢٣٠ م°) ، مع استخدام مواد مساعدة مختلفة ، مثل : النيكل ، والبالاديوم . ولقد تضمنت المذيبات في التفاعلات السائلة استخدام الإيثانول والزيلين كما استخدم أيديروكسيد الصوديوم ، وأيديروكسيد الكالسيوم ، وحامض الأيديروكلوريك كمواد مستقبلة . وستناول في هذا الجزء التركيز على أخطر المبيدات الكلورية ، مثل : الديلدرين ، والألدرين ، والتوكسافين .

وتشير كيمياء فقد الكلورة في معظم المبيدات الكلورية إلى حدوث تنابع في هذه التفاعلات بعد بدايتها . وفي كل مرحلة تنزع ذرات كلور أكثر من المرحلة السابقة ، وبالطبع تحتاج المراحل الأولى لطاقة أكبر ، ثم تقل بالتتابع كما هو ثابت من قيم ثوابت التفاعل (%) . ويمكن بيان ذلك فيما يلي

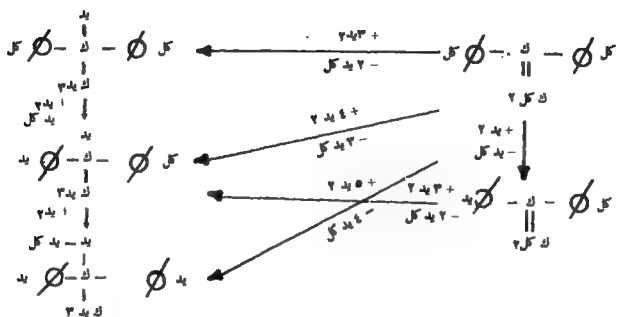


وهذه التفاعلات تحدث في مدى حراري يتراوح من ٦٠ - ١٣٠ م° ، وضغط أيديروجين ٥٠ بار في وسط سائل من كحول الإيثانول مع وجود النيكل كعامل مساعد ، وأيديروكسيد الصوديوم كمستقبل للحامض .

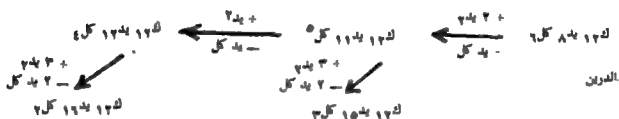


وبالنسبة لمركب الـ د.د.ت يتحول وبسرعة إلى DDE في وجود الصودا الكاوية . ولقد ثبت أن مركب DDE يمر بسلسلة معقدة من التفاعلات ، ولا يقتصر الأمر على فقد الكلور الموجود على

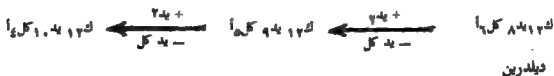
الحلقات العطرية ، ولكن يتعدى التفاعل إلى فقد الكلور الأوليفيني ، وتشبع الرابطة الزوجية كما يلي :



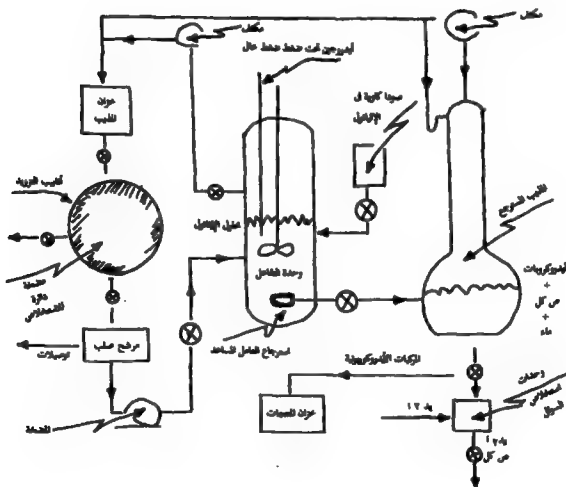
ويحدث تنابع لفقد الكلور من مركبي الألدرين والديلدرين في الإيثانول تحت ضغط ٥٠ بار من الأندروجين على درجة حرارة ١٣٠°م ، والصودا الكاوية كمستقبل للحمض في وجود النيكل كعامل مساعد .



ولا يمكن التخلص تماماً من الكلورين في هذين المركبين تحت الظروف المذكورة أعلاه .



ومن الناحية التطبيقية لهذه التفاعلات صممت وحدات لتخليص المركبات المتعددة الكلور من الكلورين ، حيث تدفع المركبات الأصلية إلى وحدات الاستخلاص ، ويدفع فيها كحول الإيثانول الساخن ، ثم تضخ إلى وحدات التفاعل ، ويسترجع الإيثانول مرة أخرى بعد تنقيته ، ويعاد استخدامه ، ثم يضاف أهدروكسيد الصوديوم في الإيثانول إلى وحدات التفاعل ، ويدفع الأيدروجين تحت ضغط في وجود المواد المساعدة كالنيكل . وتتخذ كميات الصودا الكاوية المطلوبة للتبادل كدليل على معدلات خروج الكلور . والمركبات الثانية المحتوية على كلوريد الصوديوم ، والكمية الزائدة من الصودا الكاوية يتخلص منها بالغسيل بالماء . وفيما يلي رسم مبسط للجهاز الذى صمم للتخلص من الكلور شكل (٦ - ٤) .



شكل (٦ - ٤) : جهاز للتخلص من المركبات الكلورية .

Chemical treatment processes

هناك العديد من الطرق الكيميائية الخاصة لتكسير الكيماويات الخطيرة بما فيها المبيدات ، وهي تشمل المعاملة البسيطة في المحاليل باستخدام المواد القلوية ، أو الحامضية ، أو الكلورين ، أو الأكسجين ، أو الهيدروكلوريت ، كما قد تشتمل كذلك استخدام الحرارة والضغط . وقد أمكن تحطيم المبيدات الفوسفورية العضوية على سبيل المثال عن طريق التحلل القلوى . وبعض الطرق تسبب الانهيار الجزئى للمواد الفعالة ، وتنتج مواد وسيطة قد تقارب في سميتها المبيد الأصيل ، أو قد تفوقه في السمية . ومن أكثر الطرق شيوعاً ما تعتمد على الأكسدة ، وتعرف بطريقة زيمرمان Zimmerman process ، وهي تشمل أكسدة أى مركب عضوى في محلوله السائل باستخدام الأكسجين الجوى تحت ضغط وحرارة كافية للعملية . وقد أمكن أكسدة بعض المخلفات بأكسديتها تحت درجات حرارة من ١٥٠ - ٣٤٠°م ، ومن ٤٥٠ - ٢٥٠٠°م ، ونتج عن هذه المعاملة ثانى أكسيد الكربون والماء خلال فترة تراوحت من ٣٠ - ٦٠ دقيقة . وقد تبقى في المحلول رواسب تحتوي على الكبريت والنيروجين والفوسفور في صورة أملاح . وقد ترسب المعادن الثقيلة على صورة كبريتات ، أو فوسفات ، أو أكاسيد ، أو أيروكسيدات ، أو تظل ذائبة في المحلول .

ولم يمكن تقدير الكمية الفعلية التى تحطمت من المبيد واستعيض عن ذلك بالنسبة المثوية للنقص في الكربون العضوى الكلى . كما حدث في الدراسات عن الد.د.ت و ٢،٤ - د والتبتاكلوروفينول . وفي دراسة أخرى على مبيد الحشائش Ambien اتضح تحقيق تحطيم مقداره ٨٨ - ٩٩,٥ ٪ من المادة الفعالة بالأكسدة في محاليل المبيد . ولقد أمكن تحطيم ١٠٠ ٪ من مخلفات مبيد الأترارين . ولقد أشار Adams وآخرون عام ١٩٧٦ إلى أن الأكسدة في الوسط المبث لبعض المخلفات الكيميائية (١٦٠,٠٠٠ لتر) قدرت ٣٧,٠ دولار/كجم من المادة الفعالة ، وهذا يتطلب استثماراً قدره ٢,٢ مليون دولار .

الأكسدة المبثلة لم تطبق على نطاق واسع في تحطيم المبيدات ، وهذا يعزى إلى عدم توفر بيانات دقيقة عن النسبة المثوية لتحطيم وانهيار المواد الفعالة المحتوية عليها . ولقد استعيض عنها كما سبق القول بالنقص في المحتوى الكلى للكربون . والسبب الثانى يتمثل في أن معظم الدراسات تناولت نوعين من المبيدات ، هما : الكلورينية والأترارين .

ولقد استحدثت طريقة التحلل الكلورينى - الكلورة المفقودة عام ١٩٧٤ لتحطيم مبيدات الآفات وغيرها من المواد الكيميائية . وتتوقف درجات الحرارة والضغط المستخدمة على طبيعة المواد المراد تحطيمها (أليفاتية - عطرية) . وتشير أحدث الطرق إلى أن الأيدروكربونات ومشتقاتها الأكسجينية والكلورينية تتحول كلية إلى ك كل ٤ ، ك أ كل ٢ ، يد كل عند ضغط أعلى من ٢٤٠ ضغط جوى ودرجة حرارة أعلى من ٦٢٠°م (Krekler وآخرون عام ١٩٧٥) .

والمبيدات والمخلفات العضوية التي تحتوي على كبريت أو نيتروجين أو فوسفور قد تحدث تأثيرات ضارة على عملية التحلل الكلوريني . وعلى سبيل المثال : فإن وجود المبيدات المحتوية على كبريت أكثر من ٢٥ جزءاً في المليون في مسار تغذية وحدات التفاعل قد يحدث تآكلاً في أنبوبة النيكل في خزان التفاعل . وهناك سؤال يتمثل في طبيعة المواد الوسيطة التي تتكون ، وما إذا كانت تشمل ن كل ٣ ، أو فوكل ٣ ، أو فوكل ٤ في حالة استخدام طريقة التحلل الكلوريني في تحطيم المبيدات المحتوية على النيتروجين أو الفوسفور . ولايوصى باستخدام هذه الطريقة للتخلص من المبيدات المعدنية العضوية قبل التأكد من نواتج التفاعل وإحكام المنافذ بما يمنع وصول العناصر الثقيلة على صورتها أو بعد تحويلها إلى كلوريدات إلى البيئة . ومن حسن الحظ أن طريقة التحلل الكلوريني تفيد وبكفاءة عالية في تحطيم والتخلص من المبيدات الكلورينية ، خاصة الحلقيية من مجموعة السيكلوداين .

ولقد سبقت الإشارة إلى طريقة تحطيم الكيماويات الخطرة الموجودة في صورة محاليل باستخدام الأوزون والأشعة فوق البنفسجية . ولقد أمكن تقليل مستويات المبيدات من التركيزات الأولية (أكثر من ٥٠ جزءاً في المليون) حتى وصلت إلى أقل من ٠,٥ جزء في المليون كما حدث مع مبيدات الفايام ، والباييجون ، والنتاكلورفينول . ولقد أشارت النتائج الخاصة بتحطيم بعض المبيدات الكلورينية ، والفوسفورية ، والكاربامات إلى تحقيق تكسير يقرب من ٩٩٪ ، وهذا يتوقف على حرارة المحلول ، وشدة الأشعة فوق البنفسجية ، وتيار الأوزون ، ومعدل التقليب ، وغير ذلك من العوامل الأخرى . وحتى عام ١٩٧٧ لم تكن هناك تقديرات عن تكاليف العملية وحجم الاستئثار المطلوب .

أجريت محاولات للتخلص من مخلفات بعض الكيماويات السامة في حاويات سفن النقل استخدام فيها الانهيار الكيميائي منفرداً ، أو مع الحرق في الأفران ، وللأسف الشديد لم تكن النتائج مرضية تماماً . ولقد اختر المذيب العضوي الهكسان لتخليص عبوات البلاستيك من مخلفات الميريكس ، لأن المذيبات الأخرى ، مثل : الميثيلين كلوريد ، ورابع كلوريد الكربون تتلف البلاستيك . وأدت المعاملة بالهكسان ١ مليلتر / ٦٠ سم^٣ إلى إزالة ١٥٪ فقط من المركب . وتتوقف الكمية المزالة على الكمية الأصلية الملوثة للعبوات ، فقد أدى تغطيس البراميل لفترة وجيزة جداً وبسرعة في الميثيلين كلوريد إلى إزالة حوالي ٨١ - ٩٩٪ من المبيد ، ولكن التغطيس في الهكسان لمدة دقائق أزال ٩٥ - ٩٨٪ من مركب الميريكس ، وتغطيسه مرة أخرى زاد الزوال إلى ٩٩ - ٩٩,٩٪ من بطانة العبوات أو في الشاحنات . ولم يفد هذا التكنيك في حالة البراميل المصنوعة من الألومنيوم ، حيث تحتاج إلى أربع تغطيسات للتخلص من ٨١٪ من الميريكس . ويفيد في هذه الحالة الميثيلين كلوريد . ولقد وضعت البدائل والحلول للتخلص من العبوات الملوثة بالميريكس ، وهي :

١ - حرق العبوات في أفران ذات كفاءة لتحطيم مركب الميريكس .

٢ - إعادة الكرتونات إلى مصانع إنتاجها لإعادة استخدامها .

٦ - التخلص من المبيدات عن طريق التحلل الميكروبي والحيوى

Biodetoxification of pesticides

تتركز الدراسات الحديثة عن التحلل الحيوى لمبيدات الآفات في معرفة انعكاس هذه العمليات على سمية المبيدات تحت ظروف التطبيق الميداني والجريان في البيئة . ويتحكم في هذا الاتجاه العديد من العوامل المعقدة والمتداخلة ، خاصة ما تؤثر على الانهيار الميكروبي للمبيدات . ولقد أجرى العديد من الأبحاث العملية عن الدور الذى تلعبه الميكروبات في تحلل وسلوك المبيدات في البيئة . ومن أهم الدراسات ذات الأهمية التطبيقية ما قام به العالم Munnecke في ألمانيا الغربية ، وتمكن من خلاله من استخدام الباراثيون القابل للاستحلاب كمصدر للكربون والطاقة لمزارع ميكروبية تحتوى على العديد من الميكروبات النامية في القمامة والتربة والمياه . وبعد ٣٦ يوماً وصل النمو في المزرعة الميكروبية الحد الأقصى في محلول يحتوى على ٥٠٠٠ جزء في المليون باراثيون . ولم تتأثر الميكروبات إلا عندما رفعت التركيزات إلى ١٠٠٠٠ جزء في المليون ، مما أدى إلى نقص النشاط . وهذا التركيز العالى يماثل ما حدث عند غسل أواني الرش ، أو في المحلول الناتج من غسل خزانات طائرات الرش بهذا المبيد . ولقد ثبت حدوث ثلاثة مسارات حيوية كيميائية لمهاجمة الباراثيون بواسطة البكتيريا تحت ظروف هوائية عادية ، أو نقص قليل في الأكسجين ، وأمكن معرفة الدور الفعال الخمسة تحت أنواع من بكتيريا *Pseudomonas* ، علاوة على أنواع *Brevibacterium* ، و *Azotomonas* ، و *Xanthomonas* . وكان أعلى معدل انهيار هو ٥٠ مللجم باراثيون لكل لتر في الساعة .

ولقد ثبت أن نجاح المستعمرة الميكروبية يتوقف جزئياً على مقدورها على إنتاج الإنزيمات المحللة للباراثيون *Parathion hydrolase* . ولقد أمكن عزل الإنزيم من الخلايا النشطة ، و ثبت أنه يتحمل درجات الحرارة العالية (٥٥°م لمدة ١٠ دقائق ، دون فقد النشاط) ، ويمكن استخدامه كمادة مناسبة للتفاعل . ولقد أمكن تحليل سبعة مركبات فوسفورية من بين ثمانية اختبرت بفعل المزارع البكتيرية ، ولم يكن في الإمكان تحليل مركب اللياسيد . وتحللت التفاعلات الميكروبية ٢٠ مللجم بروتين/لتر أسرع بدرجات تتراوح من ١ : ٣٠٠ مرة مثل التفاعلات الكيميائية التى يستخدم فيها محلول الصودا الكاوية بتركيز أو عيارى . ويمكن تلخيص النتائج التى أسفرت عنها هذه الدراسة في النقاط التالية :

- ١ - تحلل الباراثيون ميكروبياً إلى أحماض الفوسفوريك والفينولات .
- ٢ - أمكن تحليل ستة مركبات فوسفورية عضوية أخرى بالمزارع الميكروبية .
- ٣ - أمكن عزل الإنزيم المسئول عن تحليل الباراثيون ، و ثبتت مقدورته على البقاء خارج الخلايا الأم .

وتتضافر الجهود لإيجاد نظام يسمح بالتخلص من مخلفات المبيدات الفوسفورية وغيرها من المياه والأواني والعبوات باستخدام التحلل الميكروبي بطلاقة ١٠٠٠ لتر/ساعة . وما زالت الجهود مستمرة

لمعرفة احتمال نجاح الميكروبات في الأكلمة تحت الظروف البيئية المختلفة ، ونجاحها في القيام بالدور المطلوب ، نظرًا لتداخل العديد من العوامل في هذا الخصوص .

٧ - محاولات لإزالة مخلفات الديلدرين من الأنسجة الحيوانية **Dieldrin Elimination**

بدأت محاولات تقليل أو إزالة مخلفات مييد الديلدرين من الأنسجة الحيوانية المحتوية عليه بعدما وجدت كميات أكبر من المسموح بوجودها في دهن الديوك الرومي في ولاية داكوتا الشمالية عام ١٩٧٤ . وفي بعض الحالات يظل الديلدرين كما هو في الجسم ، حيث يخزن في الأنسجة الدهنية ، وفي حالات أخرى يحدث له إخراج تدريجي على الصورة الأصلية ، أو نواتج تمثيلها . وتحدث هذه الحالة التي تؤدي إلى التخلص من السم تمامًا خلال ٦ أسابيع في الفئران ، أو ٢٢ - ٢٦ أسبوعًا في الدجاج . وهذه الحالات قد تحدث مع العديد من المبيدات الكلورينية الحشرية الثابتة . ولقد لاحظ الباحثان Heath & Vandekar عام ١٩٦٤ أن كمية الديلدرين أو نواتج تمثيله تزداد في البراز الخاص بالفئران خلال فترات التجويع المتقطعة . وعلى العكس من ذلك .. يتجمع الديلدرين ومثلاته في الأنسجة الدهنية للفئران التي غذيت عليها قبل التجويع . وفي أوائل الستينيات وجدت الألبان المأخوذة من العديد من مزارع الألبان في ولاية ميريلاند محتوية على كميات زائدة من مييد الهيتاكلور المأخوذ من العلائق الخضراء الملوثة . وفي هذا الوقت أعلن بعض الباحثين أنه يمكن التخلص من مخلفات الهيتاكلور عن طريق تجويع البقر ، ولكن - للأسف - لم يختبر مدى كفاءة هذه العملية .

ولقد قام Cook وزملاؤه في جامعة ميتشجان باستخدام الشاركول مخلوطًا مع الفينوباريثال لإزالة مخلفات الديلدرين من الأبقار . ولقد ثبت أن التغذية على الشاركول تؤدي إلى زيادة كمية الديلدرين في البراز ، كما لوحظ أن الفينوباريثال يسرع ويزيد من نشاط إنزيمات الأكسدة (MFO) في الأبقار . ولم يحاول الباحث استخدام مركب الفينوباريثال منفردًا للتخلص من الديلدرين ، ولكنه استخدم مخلوطًا بالكربون في مزرعة الأبقار الملوثة بالديلدرين . ولقد ثبت أن اللبن الناتج من الأبقار التي عوملت بالفينوباريثال والفحم يحتوى على كميات من الديلدرين أقل من اللبن الناتج من الأبقار غير المعاملة . ولقد ثبتت كفاءة الشاركول في تقليل كمية الديلدرين التي تتجمع في أنسجة جسم الفئران ، ولكن إذا تجمع المييد ، فإن دور الشاركول يكون قليلًا في التخلص من الديلدرين .

ويمكن التنويه إلى أهمية إجراء دراسة للتأكد من خلو لحوم الدجاج والأبقار المصرية والمستوردة من مخلفات المبيدات . وإذا ثبت احتوائها على مخلفات أكبر من الحدود المسموح بتواجدها كما أقرتها المنظمات الدولية ووكالة حماية البيئة الأمريكية EPA ، كان من الضروري إيجاد الوسائل لتخليص هذه اللحوم من المخلفات ، إما بعمل نظام تجويع معين ، أو بإضافة بعض الكيماويات التي تذيبها وتفرزها مع البراز .

القسم الثانى

طرق مكافحة الآفات بين القديم والحديث

- الفصل الأول : التقييم الحيوى للمبيدات
- الفصل الثانى : المكافحة الزراعية
- الفصل الثالث : المكافحة الحيوية
- الفصل الرابع : المكافحة الميكروبية
- الفصل الخامس : اغتالط والمنشطات
- الفصل السادس : مبيدات اليعض
- الفصل السابع : مانعات التغذية
- الفصل الثامن : المكافحة الذاتية
- الفصل التاسع : المكافحة السلوكية
- الفصل العاشر : منظمات النمو الحشرية
- الفصل الحادى عشر : مبطات التطور الحشرية
- الفصل الثانى عشر : منظمات ومبطات النمو فى الحشرات (المقاومة — المستقبل)

الفصل الأول

التقييم الحيوى للمبيدات

- أولاً : التحضير لتجارب التقييم الحيوى
- ثانياً : طرق المعاملة
- ثالثاً : تمثيل نتائج التقييم الحيوى للمبيدات
- رابعاً : أهمية تقدير الإستجابة الكمية .
- خامساً : الحصول على نتائج لتقييم الإستجابة الكيفية
- سادساً : الطرق الإحصائية لعرض نتائج التقييم الحيوى
- سابعاً : العوامل المؤثرة على التقييم الحيوى
- ثامناً : بعض العلاقات والمتغيرات المرتبطة بخطوط السمية
- تاسعاً : تقييم الحيوى لبعض الاتجاهات الحديثة فى مكافحة
- عاشراً : تصميم التجربة الحقلية

الفصل الأول

التقييم الحيوى للمبيدات

Biological assessments (Bioassay) of Pesticides

تباين الكائنات الحية في حساسيتها تجاه المبيدات الكيميائية ، ولذا تجرى تجارب التقييم الحيوى بفرض تقدير الجرعة المؤثرة لآفة ما ، أو بفرض تقدير تركيزات مخلفات مبيد ما بيولوجيا . ويعرف التقييم الحيوى بأنه تقدير فاعلية مؤثر ما من خلال تفاعله مع النظام الحيوى ، أو هى طريقة تحديد العلاقة بين عامل نشط حيويًا ، والتأثير الذى يحدثه في كائن حي معين .

والتقييم الحيوى عبارة عن مجموعة من الاختبارات المحددة يستخدم فيها الكائن الحي كأداة بيولوجية لتقييم فعل كمية معينة من المادة . وفي العادة تبدأ هذه الاختبارات في المعمل لإجراء التقييم الأولى على مجموعة كبيرة من المركبات ، ثم يختار أكثرها كفاءة لإجراء الاختبارات الحقلية . وإذا أعطت الاختبارات الحقلية مؤشرات واضحة لإمكانية تطبيق مبيد كيميائي معين يلزم إجراء الدراسات التوكسيكولوجية للتحقق من مدى نجاح استخدام هذه المركبات بأمان في البيئة . وتختلف طريقة التقييم الحيوى باختلاف الآفة المراد مكافحتها ، حيث تفضل الأبروسولات للحشرات الطائرة (الذباب المنزل) ، كما يفضل الغشاء الرقيق المتبقى Residual Film على أسطح النبات عند تقييم كفاءة المبيدات ضد طوري البيضة واليرقة .

وفي معظم تجارب التقييم الحيوى تتعرض الآفة لجرعة واحدة من المبيد ، وذلك لقياس التسمم الحاد للمبيد Acute Poisoning ، وهذا قد يختلف عن الطبيعة ، حيث تتعرض الآفة لجرعات صغيرة من المبيد على فترات طويلة ، وهو ما يطلق عليه التسمم المزمن ، ويصعب قياسه لأن التأثير في هذه الحالة يحكمه حجم كل جرعة على حدة - الفترات بين التعرض - معدل امتصاص المبيد - مدى تمثيل وإفراز المبيد . ويعتبر التسمم المزمن عنصراً هاماً جداً ، خاصة بالنسبة للمبيدات التي تتميز بالثبات في البيئة ، وبالتالي تزداد خطورة التعرض المستمر لمخبرياتها . وهنا تلزم دراسة تأثير الجرعات تحت المميتة على سلوك ونسبة إبادة الآفة وأعدادها الحيوية .

أولاً : التحضير لتجارب التقييم الحيوى

تجرى الاختبارات المعملية لتقييم الكفاءة الإيادية لمبيد معين بفرض تقدير مدى استجابة الكائن الحى المختبر تحت ظروف نموذجية يخضى فيها تأثير العوامل الأخرى ، ماعدا تأثير المبيد مجال التقييم ، ولذا فهناك مجموعة من الخطوات التحضيرية يلزم اتباعها بكل دقة حتى تصل إلى التقييم الحقيقى لفاعلية المبيد محل الدراسة . وتتلخص هذه الخطوات فيما يلى :

Maintenance of insects

١ - المحافظة على أو تربية الحشرات

من الضرورى توفر أعداد كبيرة من السلالة الحشرية المختيرة فى المعمل ، حتى يمكن إجراء الاختبار الحيوى ضد الآفة مجال الدراسة ، ولذا يلزم وجود طريقة التربية النموذجية للآفة ، وذلك بتوفير أفضل الظروف لنموها وتكاثرها من حيث درجة الحرارة ، ونسبة الرطوبة المثل ، وكمية وشدة الإضاءة ، ومعدل التراحم ، والغذاء المفضل . وقد يكون هذا الغذاء مائلاً تماماً لغنائها فى الطبيعة ، ويطلق عليه الغذاء الطبيعى Natural Food ، أو قد يصنع هذا الغذاء ، بحيث يحتوى على جميع الاحتياجات الغذائية للحشرة ، ويطلق عليه الغذاء الصناعى Artificial diet ويتكون من الكربوهيدرات ، والبروتين ، والدهون ، والماء ، والأملاح ، والفيتامينات بالكميات والنسب النموذجية . وتوجد فى معامل التربية الملحقة بمعامل التقييم الحيوى سلالات حساسة قياسية لأهم الآفات يتم المحافظة عليها بعيداً عن التعرض للمبيدات ، وتتخذ كأساس للمقارنة لمعرفة مستوى مقاومة أى سلالة حقلية لفعل مبيد ما .

Selecting individuals for bioassay

٢ - اختيار الأفراد للتقييم الحيوى

تطلب تجارب التقييم الحيوى وضع مقاييس معينة للكائن الحى المختبر . ويلزم عند اختيار الأفراد مراعاة تجانسها من حيث المائل فى العمر ، والطور ، والوزن ، والتغذية ، وطريقة التربية . ولذلك يجب استبعاد الحشرات المريضة أو المشوهة ، وكذا الأفراد الحديثة الانسلاخ ، أو تلك التى تعد نفسها للانسلاخ . ويجب أن يتم اختبار التقييم الحيوى على الأطوار التى تتم مكافحتها ، وأن يكون الاختبار على عدد كبير من الأفراد حتى يقل مدى الخطأ فى النتائج .

Preparation of pesticide solutions

٣ - تحضير محاليل المبيدات

يحضر محلول المبيد بإذابة وزن معين من المبيد النقى فى حجم مناسب من المذيب (وزنية - حجمية) . وتجري هذه العملية على عدة خطوات تبدأ بوزنة كبيرة من المبيد فى حجم قليل من المذيب ، وتسمى المحلول الأصل Stock Solution ، ومنها تجرى التخفيفات المختلفة من هذا المحلول باستخدام نفس المذيب ، على أن تكون هذه التركيزات متدرجة . وفى العادة تكون هذه التركيزات متضاعفة أى ١ - ٢ - ٤ - ٨ - ١٦ ، بحيث لا يقل مستوى التضاعف بين أقل وأعلى تركيز عن ٤ - ٦ . ويجب ألا يقل عدد التركيزات عن ٤ لكل مبيد .

يم اختيار المذيب وفقاً لنوع المبيد وطريقة المعاملة ، حيث تستخدم المذيبات الطيارة عند معاملة الحشرات قمياً أو عند تغطية الألواح الزجاجية بمتبقى المبيد . ويلزم أن يكون الحجم المستعمل من المذيب ثابتاً مع تغيير تركيز المبيد ، حتى لا يكون لحجم المذيب تأثير على معدل نفاذية المبيد داخل جسم الحشرة . كما يجب أن تعامل الحشرات المقارنة check الحجم مماثل من المذيب فقط . وتستخدم المحاليل الفسيولوجية والماء كمذيب في حالة المعاملة بالحقن . وتعتبر المذيبات العضوية من أهم المذيبات المستخدمة في تحضير المبيدات ، مثل : الأسيتون ، والزيلين ، وكحول الإيثانل ، والبنزين . ويحترق الأسيتون أفضل هذه المذيبات لمعظم المبيدات ، وذلك لسرعة تطايره وتبخره من على السطح المعامل في ثوان قليلة . ويجب أن تتوفر في المذيب الصفات التالية :

- ١ — الحجم المستعمل من المذيب غير ضار بالآفة .
- ٢ — للمذيب صفة التخلل والانتشار .
- ٣ — غير قابل للاشتعال تحت ظروف العمل .
- ٤ — أن يكون على درجة عالية من النقولة ، حتى لا يسبب موت الحشرات .
- ٥ — له صفة الإذابة الكاملة للمبيد .

Anesthetization

٤ — التخدير

يم تخدير الحشرات قبل المعاملة بغرض تسهيل إجراء المعاملة ، ذلك في الحشرات النشيطة ، مثل الحشرة الكاملة لذباة الفاكهة أو الصغرة الحجم . وقد لا يتطلب الأمر إجراء عملية التخدير في الحشرات البطيئة الحركة ، مثل يرقات دودة ورق القطن . ويجرى التخدير باستعمال الكيماويات ، مثل : الإيثير ، والكلوروفورم ، وثنائي أكسيد الكربون ، أو بتعريض الحشرة لدرجات حرارة منخفضة (التبريد) . ونجيب معرفة الأثر الجانبي للتخدير على الحشرة قبل إجراء المعاملة ، حتى يمكن التوصل إلى طريقة تخدير لا تؤثر على النتائج المتحصل عليها .

Preliminary tests

٥ — الاختبارات الأولية

تجرى هذه الاختبارات لمعرفة حدود التركيزات التي يمكن استخدامها لقياس كفاءة المبيد الإبادية ضد الآفة المختيرة . وتقع هذه الحدود غالباً بين التركيز الذي يعطى صفراً % زيادة ، و ١٠٠ % زيادة . قد جرت العادة في اختبارات التقييم الحيوي أن تكون حدود التركيزات محصورة ما بين ٢٠ % و ٩٠ % ، وهذه تعتبر إلى حد كبير حدوداً نموذجية لإجراء الاختبارات المطلوبة .

Replicates

٦ — المكررات

كلما ارتفع عدد الحشرات المختيرة ، زادت الثقة في النتائج المتحصل عليها ، وبالتالي يقل الخطأ التجريبي . وعادة يستخدم ١٠ أفراد في كل تركيز ، وتكرر على الأقل ثلاث مرات . ومن

الضرورى أن يتم إجراء الاختبارات على المكررات فى وقت واحد ، أو بعد عدة أيام على أكثر تقدير .

Untreated check

٧ — المقارنة

لابد من وجود المقارنة (الأفراد غير المعاملين عند إجراء اختبارات التقييم الحيوى ، حيث إن نسبة الإبادة المتحصل عليها نتيجة المعاملة بالمبيد Observed mortality لا ترجع للمبيد وحده ، وإنما ترجع إلى عوامل أخرى ، مثل : الموت الطبيعى Natural mortality ، ولذلك يجب توافر حشرات غير معاملة لتصحيح النتائج ، حتى يمكن ربط نسبة الإبادة بتأثير المبيد وحده . وتعامل المقارنة مثل المعاملات الأخرى معاملة المبيد . وإذا حدث موت فى تجربة المقارنة يتم تصحيح النتائج وفقاً لمعادلة Abbott عام (١٩٢٥) للحصول على نسبة الموت للمصححة Corrected mortality .

$$\text{نسبة الموت المصححة} = \frac{\% \text{ موت فى المعامل} - \text{المقارن}}{100 - \text{المقارن}} \times 100$$

وعموماً إذا زادت نسبة الموت فى المقارنة عن ١٠٪ تلزم إعادة تقييم التجربة مرة أخرى .

Methods of application

ثانياً : طرق المعاملة

هناك الكثير من طرق معاملة الحشرات والحلم والقراد بالمبيدات الكيميائية . ويتوقف اختيار الطريقة على نوع الآفة المختبرة ، والإمكانات المتاحة ، والطور المعامل ، وطبيعة تأثير المبيد على الحشرة ، ومستوى الدقة المطلوبة . وتشارك جميع الطرق فى ضرورة تثبيت درجات الحرارة والرطوبة النسبية أثناء فترة الاختبار (٢٤ ساعة فى العادة) ، وكذا ضرورة توفر الغذاء . ومن أهم الطرق المتبعة فى معاملة الآفات بالمبيدات الكيميائية عند إجراء اختبارات التقييم الحيوى ما يلى :

Topical application

١ — المعاملة القمية

ويتم فى هذه الطريقة وضع قطرة صغيرة من المبيد على السطح الخارجى لجسم الحشرة . ويختلف مكان وضع المبيد على جسم الحشرة حسب نوعها وحجمها والطور المستعمل . وعموماً .. يوضع المبيد على منطقة الصدر ، ويتراوح حجم القطرة من ٠.١ — ١٠ ميكروليتر . ويختلف حجم القطرة باختلاف حجم الحشرة المعاملة ، والعلاقة بينهما إيجابية . وتتميز هذه الطريقة بسهولة ودقة نتائجها ، وقلة تكاليفها ، وإمكانية معاملة أعداد كبيرة من الحشرات . وهناك كثير من الأجهزة المستعملة لهذه الاختبارات الموضعية ، مثل استخدام الماصات الدقيقة Micro pipettes . وقد تكون أكثر تعقيداً ، مثل استخدام جهاز المعاملة الدقيق Micro-applicator المزود بالمحاقن الدقيقة Microsyringe . وأفضل هذه المحاقن نوعاً Aiga ، و Hamilton . وقد تعمل أجهزة المعاملة الدقيقة يدوياً أو آلياً . وفى جميع الحالات يلزم أن يكون المذيب المستخدم سريع التطاير ، ويتميز بدرجة الإذابة العالية وسرعة الانتشار .

في هذه الطريقة تجرى عملية حقن محلول المبيد داخل جسم الحشرة . وتمتاز هذه الطريقة بأنها الوسيلة الوحيدة التي يتم فيها التحكم في تركيز المبيد الذى يدخل جسم الحشرة . وتمتاز هذه الطريقة بأنها الوسيلة الوحيدة التي يتم فيها التحكم في تركيز المبيد الذى يدخل جسم الحشرة بدقة . ومن عيوبها صعوبة إجرائها ، واحتمال حدوث نزيف للحشرة نتيجة الحقن ، وصعوبة تطبيقها على أعداد كبيرة من الحشرات . وعموماً .. يتم الحقن في الغشاء بين الحلقي ، مثل الصرصور الأمريكى ، أو في الأرجل الأمامية ليرقات حرشية الأجنحة . ويتم الحقن باستخدام محقن طلى مزود بإبرة حادة تلافياً لحدوث النزيف . وغالباً مايكون المذيب المستخدم في هذه الحالة هو الماء ، أو أى محلول فسيولوجى ، حتى لا يكون للمذيب أى تأثير جانبي ضار عند الحقن .

يمكن إجراء بعض اختبارات التقييم الحيوى البسيطة باستخدام متبقى المبيد ، وذلك بتحضير محلول المبيد وتخفيفه بالمذيب المناسب على صورة تركيزات متدرجة متضاعفة (٢ - ٤ - ٨ - ١٦ - ٣٢) . وقد يحتوى المذيب على جزء واحد من مذيب غير متطاير ، مثل زيت الريسيلات (Risella 17) ، بالإضافة إلى أربعة أجزاء من مذيب متطاير ، مثل الإيثير البترولى . ويتم وضع حجم صغير من محلول المبيد (حوالى نصف مليلتر) على ورق ترشيع يوضع على سطح لامتصاص المبيد . ويمكن تجهيز ٤ مكررات على الأقل من كل معاملة . ويتم تعليم ورق الترشيح لحفظ الحشرات على السطح المعامل ، أو وضع طبق بترى إذا كان سطح الطبق مجهزاً بحيث يسمح بمرور تيار الهواء ، حتى يمكن تقاوى فعل المبيد كمدخن . ويمكن ملاحظة موت الحشرات على فترات حتى نهاية المدة المحددة للتقييم . ولو أن فترة التقييم الحيوى تنتهى من الوجهة التطبيقية بعد ٢٤ ساعة ، حيث إن هذه الفترة كافية للتحكم على كفاءة المبيد ، مع العلم بأن هناك بعض المركبات الحديثة ، مثل منظّمات النمو في الحشرات تحدث تأثيرها بعد انسلاخ الحشرة وهذه المركبات تحتاج إلى فترة أطول للتحكم عليها . وعموماً .. تمتاز هذه الطريقة بسهولة إجرائها ، وإمكانية معاملة أعداد كبيرة من الحشرات ، وتتميزها بصعوبة معرفة تركيز المبيد الذى تلتقطه الآفة المعاملة .

أحياناً يتطلب الأمر استخدام طريقة بسيطة لمقارنة المبيدات . ويمكن إجراء ذلك بغمر الحشرة تماماً في محلول المبيد لفترة معينة غالباً ما تكون بين ٥ - ١٠ ثوان . ويجب أن تكون فترة الغمر ثابتة ، حيث إن زيادتها تؤدي إلى زيادة نسبة الإبادة للمبيد . وتجري هذه الطريقة لمعاملة أنواع معينة من الآفات ، مثل آفات الحبوب المخزونة - والمن - والقراد والحلم . ولاتنتج طريقة الغمر بالنسبة لليرقات التي تتغذى على المجموع الخضري للنبات . وعموماً .. تصلح هذه الطريقة ضد الأطوار الساكنة في الحشرات ، وهما طوراً البيضة والعنبراء وقد أشار Voss عام ١٩٦١ ، و Dittrich عام

١٩٦٢ إلى استخدام طريقة غمر السطح Slide-dip technique لمعاملة الحلم ، ويتم ذلك بوضع شريط لاصق من السطحين على شريحة زجاجية ، ثم تنقل إليه أفراد الحلم ، ويتم ذلك بوضع شريط لاصق من السطحين على شريحة زجاجية ، ثم تنقل إليه أفراد الحلم باستخدام فرشاة ناعمة ، بحيث يكون سطحها الظهري لأسفل ، وتغمر الشريحة لمدة خمس ثوان في تركيز المبيد ، ثم تجفف الشريحة قبل حفظها على درجة حرارة ثابتة (٢٧° م) ، ونسبة رطوبة ٩٥٪ ويمكن معرفة الأفراد الحية تحت المهر بملامسة سطح الحلم بالفرشاة . ويعتبر الفرد حياً عند تحركه ، وتسجل نسب الموت بعد ٢٤ ، ٢٨ ، ٧٢ ساعة من المعاملة . بنفس الكيفية يمكن إجراء هذه الطريقة على حشرات المن . وتمتاز هذه الطريقة ببساطة تنفيذها ، وإمكانية معاملة أعداد كبيرة من الحشرات ، وتعبها صعوبة معرفة كمية المبيد الذى تلتصقه الآفة المعاملة ، وكذا تأثير الغمر في المدييات على الحشرات المعاملة ، أو التأثير الراجع إلى عامل الفرق وحده .

Sprayed surfaces

٥ - رش الأسطح

تعتبر هذه الطريقة أقرب الطرق المستخدمة للتطبيق الحقلى ، وتمتاز عن الرش الحقلى بإمكانية التحكم في الظروف المعملية . وترش الحشرات مباشرة بالمبيد ، أو ترش أوراق النبات بالمبيد ، ثم تنقل إليها الحشرات بعد ذلك . وهناك كثير من الأجهزة المستخدمة في هذه الطريقة ، مثل : الأجهزة التى تعطى الضباب المتساقط Setting fog ، أو الأجهزة التى تعطى قطرات رش دقيقة Spray tower ، (برج الرش) ، وهذا الجهاز مصمم بحيث يعطى راسباً متجانساً على السطح المعامل ، ويقلل كمية المبيد المتبقى على الجوانب ، كما يقلل اضطراب محلول الرش أو مستوى تمكيره . وأهم أجهزة الرش الدقيقة أو أبراج الرش هو برج بوتنر Potter tower . ويتكون الجهاز من بشبورى Atomizer متصل بأنبوبة معدنية صغيرة تعمل كمخزن لمحلول المبيد . ويعمل البشبورى عند إدارة الجهاز على تجزئة محلول المبيد إلى قطرات دقيقة متائلة في الحجم ، وتوزع بانتظام على المساحة المعرضة والمحمولة على قرص دائرى في أسفل البرج . وغالباً ماتكون قطرات الرش ذات شحنات إلكتروستاتيكية لتضاد تأثير الترسب . وعند تلوث وجود الجهاز يمكن استخدام وسيلة الرش باستخدام رشاشات يملوية صغيرة ، وتعبها صعوبة المعاملة بدقة .

Precision Dusting

٦ - التصفير الدقيق

تستخدم هذه الطريقة عند معاملة المبيدات في الحالة الصلبة (تغصراً) ، وذلك بغمس الآفة في مسحوق المبيد (تتميز هذه الطريقة بالسرعة وتعبها قلة الدقة) ، وهى مشابهة لغمر محاليل المبيدات . وقد تم المعاملة بتعريض الآفة لسحابة من المسحوق أو لطبقة مترسبة منه (أكثر دقة) . وتستخدم أجهزة خاصة في الحالة الأخيرة Setting tower ، وهى عبارة عن بشبورى وبرج للتصفير ، حيث يخرج مسحوق المبيد من البشبورى بواسطة الضغط الهوائى إلى البرج ، فتوزع سحابة المسحوق على المساحة المعرضة ، والى التى تحتوى على الحشرات المراد معاملة .

٧ — طريقة التغذية

Feeding technique

عند استخدام السموم المعدنية يحدث الموت في الحشرات نتيجة تناول متبقى المبيد على السطح المعامل . ويتأثر معدل الموت بالكمية من الغذاء التي تم تناولها ، وعلى ما إذا كان للمبيد الحشرى المعامل أى تأثير ملامس بجانب تأثيره المعدى . وعموماً .. تستخدم طريقة التغذية عند التقييم الحيوى للمبيدات المعدنية . وقد تتغذى الحشرة على المبيد في صورة سائلة ، حيث تتعرض الحشرة لكمية معلومة من سائل المبيد ، ويمكن معرفة الكمية التي تتناولها الحشرة ، وهي تمثل الفرق في حجم السائل قبل وبعد الاختبار ، ومع الأخذ في الاعتبار حساب نسبة التبخر ، وتستخدم هذه الطريقة في حالة الفراشات . أما بالنسبة للحشرات التي تتغذى على عصارة النبات ، مثل المن ، والعنكبوت الأحمر ، أو دم الحيوان ، مثل البعوض ، فيمكن فصل محلول المبيد عنها باستخدام غشاء رقيق ، حيث تنجح الحشرة في ثقب الغشاء وامتصاص كمية معلومة من محلول المبيد .

وفي حالة الحشرات ذات أجزاء القم القارض ، والتي تتغذى على أوراق النبات تستخدم طريقة الساندويتش Sandwich technique ، وذلك بإضافة كمية معلومة من المبيد بين قرصين من أوراق النبات ، وتقدم للحشرة بعد تجويعها قبل المعاملة ، وترك الحشرة للتغذية عليها ، وبحسب المستهلك من المبيد بعد معرفة مساحة الجزء المتبقى من القرص . وقد نجحت هذه الطريقة في تقييم المبيدات الحشرية ضد يرقات حرشقية الأجنحة ، خاصة دودة ورق القطن .

٨ — خلط المبيد مع البيئة الغذائية

Mixing with food medium

وتعنى هذه الطريقة وضع المبيد بحيث يكون محيطاً بالآفة داخل البيئة الغذائية ويعمل المبيد في هذه الحالة كسم بالملامسة ، أو عن طريق المعدة أو الجهاز التنفسي ، أو بأكثر من طريقة . وتجرى هذه الطريقة عند إجراء التقييم الحيوى للمبيدات ضد حشرات الحبوب المخزونة ، وحشرات التربة ، ويرقات البعوض والذباب ، وبعض الحشرات آكلة الملابس أو السجاد ، وناخرات الأخشاب .

٩ — التدخين

Fumigation

تستخدم هذه الطريقة في حالة المبيدات الغازية ، والتي تحدث الموت للحشرات من خلال تأثيرها على الجهاز التنفسي وهي تسلك طريقها خلال الفتحات التنفسية وصولاً للهدف الذى قد يكون نظاماً إنزيمياً له علاقة بعملية التنفس . ويحسن في هذه الطريقة إبقاء الحشرات على درجة حرارة المعاملة قبل إجراء الاختبار بحوالى ٢٤ ساعة ، وذلك ضماناً لعدم تأثير درجة الحرارة على فاعلية المبيد ، أو مستوى حساسية الحشرة للمبيد . وبعد تعريض الحشرات للمبيد الغازى إلى وعاء خاص ، ثم تقدر نسبة الإبادة بعد ٢٤ أو ٤٨ ساعة . ويتم تخليل وانتشار المبيد الغازى داخل الحيز الموجودة به الحشرات المراد معاملة بالضغط ، أو نتيجة تفريغ الهواء . وهناك أجهزة خاصة للتحكم في الضغط ، بحيث تعطى تياراً ثابتاً من الغاز خلال فترة المعاملة ، كما أن هناك غرفاً خاصة للتدخين ، بعضها معقد للغاية من حيث نظم تشغيله وكيفية دخول الغاز وإخراجه ، وكذا التهوية بعد المعاملة .

ثالثاً : تمثيل نتائج التقييم الحيوى للمبيدات

بعد إعداد نتائج التقييم الحيوى للمبيدات يقوم الباحث بعد ذلك بتحليل النتائج إحصائياً ، حتى يمكن التوصل إلى اتجاهات معينة ، واستنتاج الدلالات التى تحكم الهدف . ويعمل التحليل الإحصائى على اختزال مجموعة البيانات الضخمة إلى مجموعة بسيطة من الأرقام يمكن الخروج منها بنتائج واضحة ومحددة . ويجب على الباحث الحذر من التبسيط الزائد للنتائج ، حتى يمكن استخلاص أكبر قدر ممكن من القيم والمعلومات .

رابعاً : أهمية تقدير الاستجابة الكمية

The importance of quantal response assessment

هناك كثير من الدراسات والأبحاث التى تختص بمقارنة كفاءة مجموعات مختلفة من المبيدات ضد آفة ، أو مقارنة حساسية عدة أنواع من الآفات لمجموعة من المبيدات ، أو دراسة الاختلاف فى مستوى استجابة عدة سلالات لنوع واحد من الحشرات تجاه مبيد ما . وفى جميع الحالات نجد أن أفضل طريقة للمقارنة هى التى تعتمد على معرفة الجرعات التى تحدث الأثر السام المتساوى Equitoxic doses . وقد أشار Finney عام ١٩٦٣ إلى وجود ثلاث طرق رئيسية لتقييم السموم بفرض معرفة مستوى الجرعات السامة الحرجة Critical doses ، وهذه الطرق هى :

Direct assay

١ - التقييم المباشر

وتعتمد على قياس الجرعات الضرورية لقتل مجموعة أفراد من حيوان ما ، أو لتظهر مستويات معينة من التسمم خلاف القتل . وتتطلب هذه الطريقة استخدام جرعات متزايدة من المبيد الكيمايى ، حتى يمكن الوصول إلى النقطة الحرجة . وقد تصلح هذه الطريقة ضد الحيوانات الكبيرة ، ولكنها غير عملية ضد الحشرات .

Indirect assay

٢ - التقييم غير المباشر

وتعتمد على إعطاء جرعات قياسية لمجموعات من الأفراد ، ثم يقدر مستوى الاستجابة الناتج .

Quantitative response

٣ - الاستجابة الكمية

وتحتاج إلى معرفة تأثير الجرعات القياسية المختلفة وانعكاسها على الكائن الحى ، مثل قياس فترة حياة الكائن الحى . وتقلل من أهمية هذه الطريقة فى تقييم المبيدات الحشرية صعوبة تقدير فترة الحياة على وجه التحديد .

تعتبر النتائج المتحصل عليها من الاختبارات على الاستجابة الكيفية (النوعية) عن نسبة تفاعل كل مجموعة من الأفراد بطريقة معينة تجاه العامل المؤثر ، ولو أن التحليل الإحصائى

يظهرها في صورة قريبة من التفاعل الكمي ، إلا أن الاستجابة الكيفية القابلة للقياس تعتبر أكثر ارتباطاً بالتقييم المباشر . والحقيقة أن هذه الطريقة تهدف إلى تقدير الجرعة الكافية لإحداث الموت ، أو أى مستوى معين من التسمم ، وذلك لنسبة معينة من المجموع الحشرى المعامل . وفي هذه الحالة يمكن إجراء المقارنات على أساس مستوى الجرعة الحرجة Critical dose .

خامساً : الحصول على نتائج لتقييم الاستجابة الكمية

Obtaining data for quantal response

من الضروري تعريض مجموعات من الحشرات لمدى واسع من التركيزات ، بحيث يعطى حدوداً واسعة من الموت . ونظراً لأن التأثير السالم هو أكثر ارتباطاً بلوغاريتم التركيز بشكل أكثر من التركيز نفسه ، فإن التركيزات المختارة يجب أن تكون في صورة متوالية هندسية ١ ، ٢ ، ٤ ، ٨ ، أو ١ ، ٣ ، ٩ ، ٢٧ ، كما يجب أن تتوفر في الحشرات المعاملة صفة التجانس قدر الإمكان ، كما يلزم تحديد أعداد الحشرات المختبرة ، وهنا يتوقف على مدى توافرها ، حيث تعامل الحشرات السهلة الترية ، مثل حشرات الحبوب المخزونة بأعداد كبيرة ، بينما تعامل أعداد أقل من قمل الجسم ، أو بعض أنواع البعوض لصعوبة الترية . وكلما زاد تعداد الحشرات المختبرة ، زادت دقة النتائج . وعموماً ... يمكن استخدام من ٣٠ — ٥٠ حشرة في كل تركيز عند توفر الحشرات ، أو ١٥ — ٢٠ حشرة عند صعوبة الحصول عليها .

Dosage

الجرعة

شاع استخدام كلمة Dose أو Dosage في كثير من الدراسات التوكسيكولوجية . ويمكن تعريف الجرعة Dose بأنها كمية معلومة من المادة السامة تعطي لحيوان واحد . ويشار في عديد من تجارب المبيدات إلى كلمة Dose بأنها كمية السم الموجود في بيئة تعداد حشرى معين . وقد يرجع السبب في ذلك إلى توافر طرق المعاملة السهلة والبسيطة على تجمعات الحيوانات الصغيرة ، حيث يمكن من الناحية التطبيقية إطلاق تعداد معين من الحشرات على سطح معامل يمتقي المبيد ، أو في غرف مملوءة بالأيروسول ، أو غمرها في وعاء يحتوي على محلول المبيد . ويفضل في جميع هذه الحالات استخدام اصطلاح التركيز Concentration . وللمقارنة ... هناك اختبارات قليلة لتحديد وقياس الجرعة الحقيقية التى يحتاجها فرد واحد ، وذلك باستخدام أجهزة قياس الإشعاع ، أو طرق التقدير بالغاز الكروماتوجرافى . وحديثاً استخدمت طرق معاملة أكثر دقة في اختبارات المبيدات الحشرية ، حيث توضع الجرعة من السم الملامس على قمة الحشرة ، أو يمكن للحشرة أن تلعق قطرات معلومة من السم الملقى .

وعموماً .. تقاس جرعة المبيد بوحدات مختلفة ، مثل الجراما (ميكروجرام) مبيد لكل حشرة ، أو ميكروجرام مبيد لكل وحدة من وزن الحشرة . وغالباً ماتستخدم وحدة الجرام من وزن الحشرة Ugr/gm body- weight ، أو جزء في المليون . ppm ، كما يقاس تركيز المبيد كنسبة مئوية .

Dose response

الجرعة المؤثرة

من السهل بعد إجراء التحليل الإحصائي تحديد مستوى الاستجابة الوسطية Median response level، أو مستوى الاستجابة لـ ٥٠٪ من تعداد العشيرة المعاملة، وكذا يمكن معرفة مستويات الاستجابة لـ ٩٠٪، ٩٩٪ من تعداد العشيرة. وتعتبر الجرعة الوسطية أو Median Lethal Dose (MLD)، أو أقل جرعة مميتة. وحالياً يستخدم اختصار LD50 للتعبير عن الجرعة الكافية لقتل ٥٠٪ من أفراد العشيرة المعاملة، كما تستخدم اختصارات LD90-LD95 للتعبير عن مستوى الجرعة الكافي لقتل ٩٠٪، ٩٥٪ من أفراد العشيرة المعاملة على الترتيب. كما يفضل أحياناً استخدام اختصار LC50 مع معظم طرق المعاملة للتعبير عن التركيز الكافي لقتل ٥٠٪ من الأفراد، بينما يصلح تعبير LD50 عند التأكد من وصول الكمية المعلومة من المبيد إلى الحشرة المعاملة (تصلح في تجارب الحقن والتغذية المحدودة).

وهناك اصطلاح آخر للتعبير عن زمن التعريض الكافي لقتل ٥٠٪ من الأفراد، وهو LT50، كما يستخدم اصطلاح K50 للتعبير عن الجرعة الكافية لإحداث الصدمة لنصف عدد الأفراد المعاملة. أما اصطلاح LD50، فهو يعبر عن الجرعة المؤثرة على نصف تعداد المجموع الحشرى المعامل.

ويشير اصطلاح الجرعة الوسطية المميتة عن مدى الاستجابة الكمية لتحمل نوع معين من الحشرات أو سلالة معينة لحشرة مانحة ظروف معينة. وهي سمة بيولوجية محددة تعتمد على بعض الصفات الفسيولوجية والتشريحية للحشرة. وكلما زادت قيمة الجرعة الوسطية المميتة، دل ذلك على انخفاض مستوى سمية المبيد، ولذا تقلون المبيدات فيما بينها ضد آفة ما باستخدام معيار الكفاءة النسبية Relative Potency، وهي تعتمد أساساً على مقارنة الجرعات الوسطية المميتة بعضها ببعض، وسوف نتعرض للحدث عنها بالتفصيل فيما بعد.

Time as a dosage variable

الوقت كعامل مؤثر على الجرعة

في بعض أنواع نظم التسمم غير المباشر قد يكون للموت علاقة خطية مع زمن التعرض، أو تركيز المبيد في البيئة، ولذا فإن مستوى تركيز المبيد قد يتبادل مع زمن التعرض لإحداث التأثير الناتج. وبمعنى آخر.. يمكن أن يحل أحدهما محل الآخر لإظهار هذه العلاقة الخطية. ويمكن للتعبير عن هذه العلاقة بالمعادلة الآتية:

$$C \times t = K$$

حيث إن C = التركيز، T = الزمن، K = معدل الموت.

وتصلح هذه المعادلة البسيطة في تجارب التدخين، واختبار يرقات الحشرات المائية، أو عند تعريض الحشرات لمبيد. وتعطى هذه المعادلة لاختلاف نسب الموت مع زمن التعرض عند

مستوى واحد من تركيز المبيد . ويمكن الاستفادة من هذه العلاقة في اختبارات مقاومة الحشرة لفعل المبيد في حدود التركيز القياسي مع تغير عامل زمن التعرض . وفي هذه الحالة يعامل تركيز واحد بدلاً من عدة تركيزات . ول سوء الحظ فإن هذه المعادلة توقعنا في خطأين :

الأول : يجب أن يكون هناك تحديد واضح بين زمن التعرض وفترة الحياة . والأول هو مقياس للجرعة ، أما الثاني ، فهو مقياس للتأثير . وفي هذه المعادلة يحدث تداخل بين المقياسين . الثاني : إذا عرضت مجموعة متتالية من الأفراد لأزمنة مختلفة ، فإن النتائج المتحصل عليها تكون مستقلة ، ولا يمكن الربط بينها ، ولكن عند إجراء الملاحظات المتتالية على نفس المجموعة من الأفراد ، فإن أى ملاحظة ترتبط إحصائياً مع الملاحظة التي تسبقها .

ولذا لا يمكن استخدام هذه العلاقة البسيطة إلا في مدى محدود من الزمن والتركيز . أما إذا كان المطلوب نتائج أكثر دقة فيلزم أن يؤخذ في الاعتبار أن أحد هذه المتغيرات سوف يؤثر أكثر من الآخر . ويمكن التعبير عن ذلك على النحو التالي :

$$C \times t = K$$

حيث إن $n =$ ثابت

وإذا أجريت الدراسة على فترات تعرض طويلة ، فإن هناك جزءاً بسيطاً من المبيد لا يحدث أى فعل سام نتيجة لقدرة الحشرة على التخلص منه ، ويطلق عليه C_0 ، وعليه تكون المعادلة

$$(C - C_0) \times (t - t_0) = K$$

ونظرياً لا يوجد جزء صغير من مقياس الزمن مسلو للتركيزات غير المحدودة ، حيث توجد صعوبة عملية في تحديد هذا الجزء من المنحنى ، وخاصة إذا كان التركيز محدوداً ، وحينئذ يغير عن زمن الحياة مع زمن التعرض للدلالة على الزمن بعد تراكم الجرعة السامة وقبل ظهور الفعل السام . يمكن التعبير عن معادلة (الجرعة — الزمن) على النحو التالي :

$$(C - C_0) \times (t - t_0) = K$$

تقدير التأثير السام الحرج Determination of the critical toxic effect

تظهر الحشرات المعاملة بكميات مختلفة من المادة السامة مستويات مختلفة من التسمم تتراوح ما بين التأثيرات المؤقتة الضعيفة Trivial temporary effects إلى التدمير الكامل والموت . وهناك معايير كثيرة لتقدير نتائج التقييم الحيوى ، منها : عدم التأثير — التأثير — الاحتضار Moribund — الموت . ويؤدى التداخل بين هذه المعايير إلى صعوبة إجراء المقارنات الإحصائية . ومن المفضل اختيار إحدى هذه الاستجابات ، وتقدير بناء عليها الجرعة أو الوقت اللازم لإحداث هذه الاستجابة .

ونظراً لأن المبيدات الحشرية تؤدي إلى موت الحشرة ، لذا يفضل اختيار استجابة الموت للدلالة على تأثير وكفاءة المبيد . ول سوء الحظ نجد أن النقطة التي يحدث فيها الموت غير واضحة في مفصليات الأرجل ، بالمقارنة بالحيوانات الراقية ، حيث يمكن للأخيرة الشفاء بعد تعرضها لفترات طويلة من التسمم ، كما يمكنها أن تبقى بالحيوانات الراقية ، حيث يمكن للأخيرة الشفاء بعد تعرضها لفترات طويلة من التسمم ، كما يمكنها أن تبقى في حالة احتضار لمدة طويلة قبل الموت . وعموماً .. فإن الأنواع النشيطة من الحشرات تتشابه إلى حد كبير مع الحيوانات الراقية في إمكانية تحديد النقطة التي يحدث فيها الموت ، فمثلاً الحشرات الكاملة من البعوض تصبح جافة وهشة بعد موعها يوم أو يومين ، كما تتحلل يرقات البعوض وقت موتها . وعلى العكس من ذلك .. يشك في موت خنافس *Lyctus* ، وذلك لمدة ٣ — ٤ أسابيع بعد تعرضها لغاز سيانيد الألدروجين . كما يظهر قراد الماشية *Boophilus* بعض التفلطح والانكماش بعد موته ، ولكن يفضل متابعة وضع البيض في الإناث كدلالة على بقائها حية .

يجب عمل بعض الملاحظات الأولية على أى تفاعل بين السم والحشرة ، وعلى التفاعلات التي تظهر على فترات مختلفة من التعرض للسم ، وذلك قبل تحديد الوقت اللازم والكافي لتقدير نسبة الإبادة ، وخاصة عند إجراء مقارنة بين أنواع مختلفة من الحشرات أو السموم . فإذا قورن مبيد سريع التأثير مع المبيد ببطيء التأثير يلاحظ أن النتائج المتحصل عليها تختلف تماماً تبعاً للوقت المختار لتقدير الأثر السام . وقد أجرى العالم Beard عام ١٩٤٩ بعض الطرق البيانية لإيضاح العلاقة بين المتغيرات الثلاثة ، وهى الجرعة والجزء المتأثر من العشيق (نسبة الموت) والوقت بعد المعاملة . وأظهرت النتائج أن التغيرات تظهر واضحة ، خاصة عند التركيزات العالية من المبيد ، ولذا يتغير ميل وموقع منحني الجرعة والموت . كما ناقش McIntosh عام ١٩٥٧ تأثير الحرارة على التغيرات بعد المعاملة بمبيدات مختلفة أو مستحضرات مختلفة من المبيد الواحد . وكقاعدة عامة فإن الجزء المتأثر من المجموع الحشرى (نسبة الموت) يصل إلى درجة الثبات تدريجياً مع مرور الوقت . ويطلق على نقطة الثبات اصطلاح نقطة النهاية End point . ولا يجب أن يتم تقدير نسبة الإبادة قبل هذه النقطة . وأحياناً يفضل تقدير نسبة الموت بأسرع ما يمكن ، وبعد فترة زمنية قصيرة من المعاملة ، وذلك اقتصاداً للوقت ، ولتقليل فرصة حدوث الموت نتيجة لتداخل عوامل أخرى بخلاف المبيد الحشرى . وبشكل عام تعتبر فترة ٢٤ ساعة من المعاملة هى الفترة التي يتم بعدها تقدير الأثر السام لمعظم المبيدات الحشرية .

سادساً : الطرق الإحصائية لعرض نتائج التقييم الحيوى

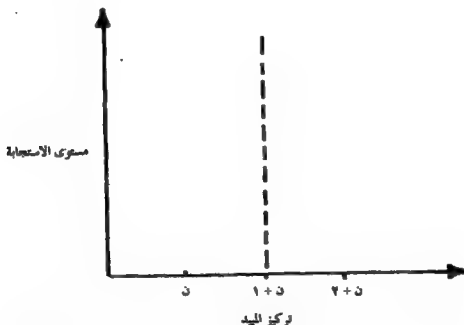
(أ) المنحنى التكرارى المعدل أو المتجمع

Normal & Cumulative frequency curve

عند القيام بتنفيذ تجربة بغرض الحصول على الفرق في نسبة الأفراد التي تقتل بين كل تركيزين متتالين

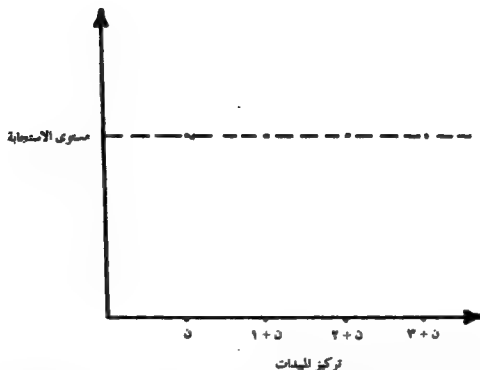
يلزم الحصول على عدد من المجموعات الحشرية التى تنصف بالتمائل ، بحيث تساوى عدد التركيزات المختبة ، ثم يتم حساب الفرق فى نسبة الأفراد التى تقتل من كل مجموعة ، مع رفع تركيز المبيد الذى تتعرض له كل مجموعة ، حيث إن تعرض الأفراد التى تنجو من تركيز معين من المبيد إلى تركيز أكبر من التركيز الذى عرضت له من قبل لن يمثل الحقيقة عند قياس معدل الزيادة فى نسبة الموت ، لأن تعرض أفراد العشيرة لتركيزات أو جرعات غير قاتلة تؤدي إلى إضعاف الفرد المعرض ، بحيث يقتل بتركيزات أقل من التركيزات القاتلة لها لو لم تتعرض للمبيد من قبل . ويكون المنحنى المتحصل عليه هو المنحنى التكرارى Frequency curve الذى يمثل الفرق فى الاستجابة للتركيزات المتزايدة من المبيد .

وإذا تميزت الأفراد المعاملة بالمبيد بصفة التماثل التام (التجانس ١٠٠٪) ، وهذا نظري ، بحيث لا يقتل منها أى فرد حتى تركيز (ن) ، وبنهاية التركيز وحدة واحدة (ن + ١) ، فإنها تقتل جميعاً ، وعليه .. فإنه بنهاية التركيز وحدة أخرى (ن + ٢) يكون الفرق مساوياً صفراً . ومعنى ذلك أننا نحصل على خط رأسى مواز للمحور الصادى ، وعلى بعد معين من المحور السينى . وفى هذه الحالة لا يمكن رسم منحنى من هذه العلاقة كما فى شكل (١ - ١) .



شكل (١ - ١) : العلاقة بين تركيز المبيد ومستوى الاستجابة لسلالة حشرية تتميز بالتماثل التام .

أما إذا كان الأفراد يتميزون بالتماثل التام فى درجة الاستجابة ، بحيث تتأثر بدرجة واحدة وثابتة عند كل التركيزات السامة من المبيد (افتراض نظري لا يحدث فى الطبيعة) ، فإننا بذلك نحصل على خط أفقى مواز للمحور السينى ، وعلى ارتفاع معين ثابت من المحور الصادى . وفى هذه الحالة لا يمكن أيضاً رسم منحنى من هذه العلاقة كما فى شكل (١ - ٢) .



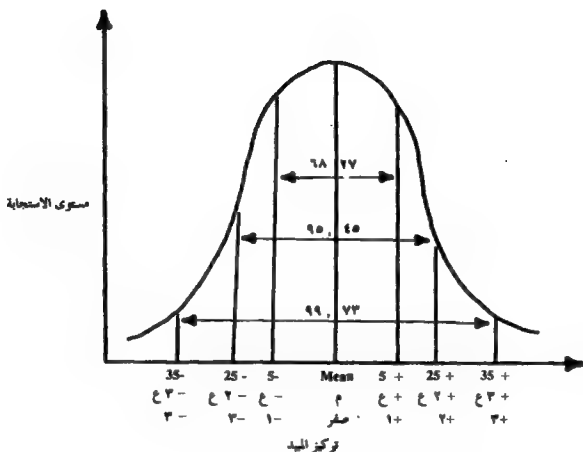
شكل (١ - ٢) : العلاقة بين تركيز المبد ومستوى الاستجابة لسلسلة حشوية تتميز بالاقبال العام .

Normal frequency curve

١ - المنحنى التكرارى المعتدل

لا يمكن الحصول على أفراد متماثلة تماماً ، فإن المثالين السابق عرضهما عبارة عن افتراض نظرى بحت ، ولا وجود لهما فى الطبيعة . وعادة يختلف مستوى استجابة الأفراد لتركيز معين من المبد ، بحيث إنه عند رسم العلاقة بيانياً بين الفرق فى النسبة المئوية للأفراد المثبة ، وتركيز المبد ، وتوصيل النقاط ببعضها نحصل على منحنى تكرارى معتدل . ونلاحظ أن لهذا المنحنى نهاية عظمية فى منتصفه ، ثم يقترب المنحنى من جانبيه هذه النهاية بشكل متساو من الجانبين ، أى أنه منحنى متماثل شكل (٣-١) .

ونلاحظ من الشكل (٣-١) تماثل غالبية الأفراد فى مستوى استجابتها حول المتوسط أو الوسط الحسابى لمجموعة من القيم (م) . ولوقدرنا الانحراف المعياري لهذه القيم (σ) ، فإننا نلاحظ أن ٦٨ ٪ من أفراد المجموعة تنحصر بين القيمتين (م - ع) ، (م + ع) ، وهى وحدة انحراف معيارى واحدة ، كما نلاحظ أن ٩٥ ٪ من أفراد المجموعة تنحصر بين (م - ٢ ع) ، (م + ٢ ع) ، وبالتبعية نلاحظ أن ٩٩ ٪ من أفراد المجموعتين تنحصر بين (م - ٣ ع) ، (م + ٣ ع) .



شكل (١ - ٣) : المنحنى التكرارى المعتدل .

ومن الجدير بالذكر أن للمنحنيات التكرارية أشكالاً أخرى بخلاف المنحنى التكرارى المعتدل منها :

Leptokurtis frequency curve

١ - المنحنى التكرارى المذهب

وهو منحنى تكرارى متماثل ، ولكنه يتميز بأنه أكثر اختناقاً في منطقة الوسط بالمقارنة بالمنحنى التكرارى المعتدل ، كما تتميز قمته بأنها أكثر ارتفاعاً وأكثر ضيقاً من المعتدل . وهذا يعنى وجود نسبة أكبر من الأفراد متائلة في استجابتها لدى ضيق من تركيز الميّد حول المتوسط الحسابى .

Platykurtis frequency curve

٢ - المنحنى التكرارى المفلطح

وهو منحنى تكرارى متماثل ، ولكنه يتميز بأنه أكثر اتساعاً في منطقة الوسط بالمقارنة بالمنحنى التكرارى المعتدل ، كما تتميز قمته بأنها أكثر اتساعاً من المعتدل . ويعنى هذا أن معظم الأفراد تستجيب للتركيزات المختلفة في مدى واسع حول المتوسط الحسابى .

Skewness frequency curve

٣ - المنحنى التكرارى ذو الانواء

وهو منحنى تكرارى أقل تماثلاً من المنحنى المعتدل . ويسمى عدم التماثل بالانواء شكل (١) -

٤ ، وهذا إما أن يكون :

Positive skewness

(أ) التواء موجب

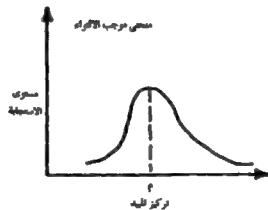
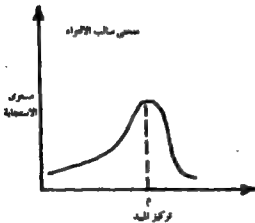
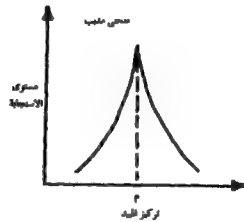
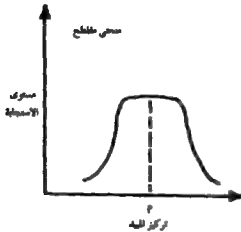
أى يطول ذيل المنحنى جهة اليمين ، ويرجع ذلك إلى زيادة نسبة الأفراد الأكثر حساسية للمبيد في هذه المجموعة .

Negative skewness

(ب) التواء سالب

أى يطول ذيل المنحنى جهة اليسار ، وذلك نتيجة لزيادة نسبة الأفراد الأكثر حساسية للمبيد في هذه المجموعة .

وفيما يلي أشكال المنحنيات التكرارية :

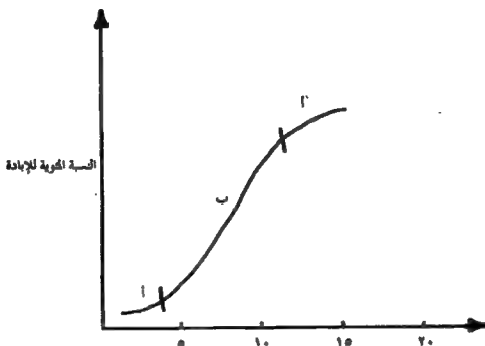


شكل (١ - ٤) : أشكال المنحنيات التكرارية .

Cumulative frequency curve

٢ - المنحنى التكرارى المتجمع

عند محاولة رسم العلاقة بين تركيز الميـد والنسبة المئوية الكلية للإبادة (الفرق فى نسبة الأفراد الميتة بين كل تركيزين متتاليين يجمع على الميت من التركيز الأقل) نحصل فى النهاية على المنحنى التكرارى المتجمع ، وهو منحنى غير متماثل . شبيه بحرف C ، أو ما يطلق عليه منحنى السيجمويد Sigmoid curve شكل (١ - ٥) .



شكل (١ - ٥) : المنحنى التكرارى المتجمع عندما يمثل المحور السينى وحدات التركيز .

وتمثل المنطقة (أ) جزءاً أسفل المنحنى يحتاج لزيادة فى التركيز حتى يظهر مستوى واضح من الاستجابة ، وجزءاً آخر أعلى المنحنى ، وفى هذا الجزء يحدث ثبات نسبي للدرجة الاستجابة حتى مع زيادة التركيز . أما المنطقة (ب) ، فهى تشمل معظم أفراد العشرة . وتتميز هذه المنطقة بأن أى زيادة — ولو طفيفة — فى تركيز الميـد تعقبها زيادة مضطربة فى النسبة المئوية للإبادة . وهذه المنطقة مهمة علمياً . ويحل الجدول (١ - ١) مثال على تحديد نوعى المنحنيين : التكرارى المعتدل ، والتكرارى المتجمع .

جداول (١ - ١) : أمثلة عديدة للمنحنيات التكرارية .

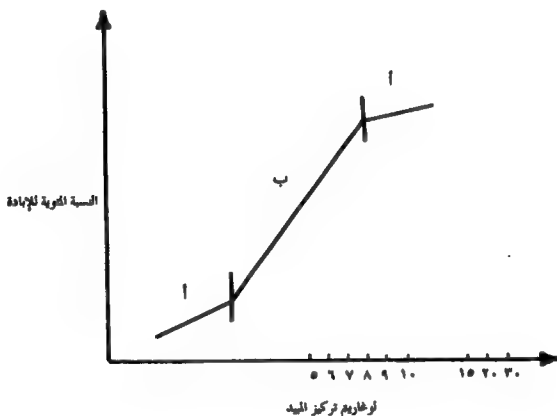
التركيز	الفرق في نسبة الأفراد الميتة بين كل تركيزين متتاليين (يستعمل في منحنى التكرارى المعتدل أو مائتسى مراكز النقاط	النسبة الكلية للأفراد الميتة (يستعمل في منحنى التكرارى المتجمع)
صفر	صفر	صفر
١	٢	٢
٢	٧	٩
٣	١٦	٢٥
٤	٢١	٤٦
٥	١٨	٦٤
٦	١٥	٧٩
٧	١١	٩٠
٨	٦	٩٦
٩	٣	٩٩
١٠	١	١٠٠

ويختلف شكل منحنى التوزيع التكرارى المتجمع باختلاف تكوين مجموعة الأفراد المختبرة من حيث نسبة الأفراد الحساسة ، ونسبة الأفراد المقاومة للمبيد المستخدم . وتمثل قمة المنحنى التكرارى المعتدل أو الجزء المستقيم من المنحنى التكرارى المتجمع (المنطقة ب) أكبر مجموعة من الأفراد التى تتأثر في درجة استجابتها للمبيد ، أى تكون هذه المنطقة حول التركيز الكافى لقتل ٥٠ ٪ من افراد المجموعة المعرضة للمبيد ، وبذلك يكون المنحنى أكثر حساسية للتغير في التركيز حول هذه القيمة . وقد يكون هذا هو السبب في اختيار قيمة LD_{50} ، أو LC_{50} كأساس للمقارنة في تجارب التقييم الحيوى . وأحياناً قد يتطلب الأمر معرفة قيم LD_{90} ، أو LD_{95} للاستفادة بها في التطبيق الحقلى . وتقدير هذه القيمة في حالة استعمال المنحنى التكرارى المتجمع يكون على وجه التقريب ، كما يصعب تقدير ميل المنحنى ، أو تقدير نسبة الأفراد التى تقتل بتركيزات لم تستعمل في التجربة ، ولذا لابد من تحويل منحنى السيجمويد إلى خط مستقيم ، أو ما يطلق عليه خط الانحدار Regression Line .

(ب) تحويل منحنى الإبادة إلى خط مستقيم

من المعروف أن درجة استجابة الحشرات للمبيدات تتناسب طردياً مع لوغاريتم تركيز المبيد ، وليس مع التركيز نفسه تبعاً لقانون « وير - فخنر Weber - Fechner » الذى أشار إلى أن مستوى

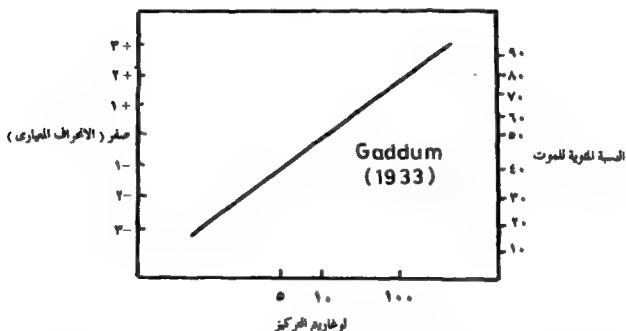
حساسية الجهاز العصبي يرتبط بلوغه المنبه . وعند محاولة رسم العلاقة بين لوغاريتم التركيز والنسبة المثوية للوفاء يلاحظ أن منحنى السيجمويد يقرب إلى الخط المستقيم ، وذلك لأن التغير على مقياس لوغاريتمى يكون أبطأ من المقياس العادى حيث إن زيادة التركيز من ١٠ إلى ١٠٠ يؤدى إلى مضاعفة لوغاريتم التركيز فقط . وقد طرأ بعض التحسين على منحنى السيجمويد عند استخدام لوغاريتم التركيز ، إلا أن ما يعيبه صعوبة إيجاد درجات الاستجابة عند التركيزات الوسطية التى لم تختبر فعلاً Interpolate ، أو إيجاد درجات الاستجابة عند التركيزات خارج النطاق المختبر Extrapolate . شكل (١ - ٦) .



شكل (١ - ٦) : المنحنى التكرارى المتجمع عندما يمثل المحور السينى لوغاريتم التركيز .

مما سبق تتضح ضرورة تحويل منحنى السيجمويد إلى خط مستقيم . وكما سبق الإشارة في منحنى التوزيع التكرارى المعتدل ، فإن استجابة معظم الأفراد للمبيد تقع ما بين - ع ، + ع ، حيث تمثل هذه المساحة حوالى ٢٧ر٦٨٪ من المساحة تحت المنحنى ، وفي نفس الوقت تظهر العلاقة بين درجة الاستجابة ولوغاريتم تركيز المبيد على شكل حرف S معدل إلى حد ما ، أى أن استجابة معظم الأفراد تمثل الجزء المستقيم من المنحنى وهى المنطقة (ب) . وإذا استعملت وحدات الانحراف المعيارى لتقدير الاستجابة ، فإن كل وحدة انحراف معيارى تتمثل نسبة من الأفراد ، وهذه النسبة

ستزداد حول المتوسط ، ومستقل في كلا الاتجاهين ، أى أن استعمال وحدات الانحراف المعيارى سيعادل تركيز استجابة غالبية الأفراد حول القيمة الوسيطة لتركيز المبيد ، وسيحدث شد أو فرد للمنحنى ، بحيث يصبح خطاً مستقيماً . وقد كان Gaddum (عام ١٩٣٣) أول من قام بمحاولة تحويل المنحنى إلى خط مستقيم ، وذلك باستعماله لوحدة الانحراف المعيارى للتعبير عن النسبة المئوية للاستجابة (نسبة الإبادة) ، حيث رسم العلاقة بين الاستجابة معبراً عنها بوحدات الانحراف المعيارى ، ولوغاريتم تركيز المبيد ، وبذلك حصل على خط مستقيم ، شكل (١ - ٧) .



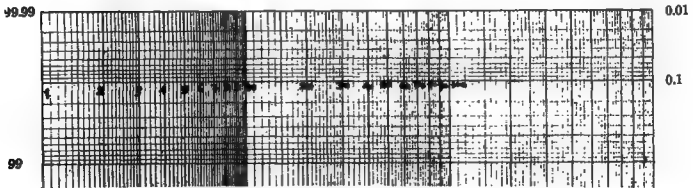
شكل (١ - ٧) : خط لوغاريتم التركيز ونسبة الموت ، والمعر عنها بوحدات الانحراف المعيارى .

وقد وجد أن وحدات الانحراف المعيارى إما أن تكون سالبة ، أو تساوى صفراً ، أو تكون موجبة . ومن البديهي أنه لا توجد درجة استجابة سالبة ، ولذا قام Bliss عام (١٩٥٣) بإضافة العدد ٥ لجميع قيم الانحراف المعيارى ، وبهذا تحولت جميعها إلى قيم موجبة ، وأطلق على هذه القيم المعدلة اسم وحدات الاحتمال Probability unit ، أو البرويت Probit . وعند رسم العلاقة التى تمثل درجات الاستجابة لتركيزات متزايدة من المبيد توضع نسب الاستجابة على مقياس بروبيت ، والتركيزات على مقياس لوغاريتمى . وتظهر العلاقة فى صورة خط مستقيم أو خط الانحدار ، أو كما يطلق عليه خط لوغاريتم الجرعة - الاحتمال Log. dose - Probit Line ، أو Ld - p Line . شكل (١ - ٨



شكل (٨ - ١) : خط لوغاريتم الجرعة - الاحتمال *Log - p Line*.

ولتسهيل رسم هذا الخط عملت جداول لتحويل نسب الوفاة إلى وحدات احتمال (جدول ١ - ٢) ، و تلا ذلك طبع وبيع أوراق بيانية ذات مقياس لوغاريتمي أفقى تسمى بأوراق لوغاريتم - برويت *Log-probit papers* ، وفيها يقسم المحور السيني إلى وحدات لوغاريتمية والمحور الصادي إلى وحدات برويت من جهة ، والنسبة المئوية للإبادة من الجهة الأخرى . حتى يمكن رصد نتائج الاختبارات مباشرة على مثل هذه الأوراق ، دون حساب وحدات البرويت المقابلة للنسبة المئوية للاستجابة (الإبادة) . وهذا الورق مقسم إلى دورات شكل (١ - ٩) عادة تكون ثلاث دورات .



شكل (٩ - ١) : المحور السيني مقسم إلى وحدات لوغاريتمية .

(جـ) طرق رسم الانحدار الذى يمثل منحنى السمية

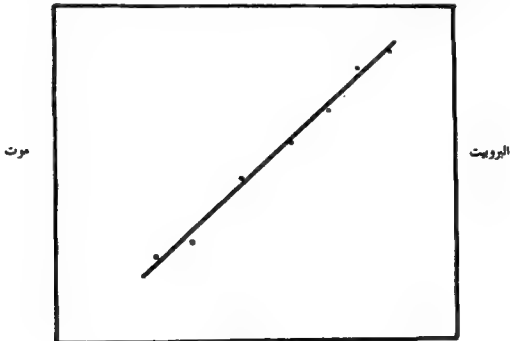
Straight Line is Fitted by eye

١ - رسم الخط بالعين المجردة

تعتمد هذه الطريقة على الخبرة والنظر ، حيث يتم توزيع النقاط ، ويرسم خط يمر بغالبية النقاط ، وخاصة تلك التى تقع فى المنطقة بين نسبة ٢٠٪ ، ٨٠٪ إنبادة ، نظراً لأن النقاط التى تقع فى هذه المنطقة تمثل عدداً أكبر من الافراد ، بالمقارنة بتلك التى تقع فى مستوى أقل من ٢٠٪ ، أو أعلى من ٨٠٪ . والقيم المستخرجة من هذا الخط غالباً ما تكون مقاربة إلى حد كبير مع النتائج المتحصل عليها بالتحليل الإحصائى . وإذا تعذر رسم الخط لقلة التراكيز المختبرة ، أو لبعد النقاط على الخط المستقيم ، يلجأ إلى إحدى الطرق الإحصائية المعروفة ، وأهمها طريقة المربعات الصغرى (شكل ١ - ١٠) .

جدول (١ - ٢) : تحويل النسب المئوية للإنبادة إلى وحدات برويت .

برويت	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
00	—	2.67	2.95	3.12	3.25	3.36	3.45	3.52	3.59	3.66
10	3.72	3.77	3.82	3.87	3.92	3.96	4.01	4.05	4.08	4.12
20	4.16	4.19	4.23	4.26	4.29	4.33	4.36	4.39	4.42	4.45
30	4.48	4.50	4.53	4.56	4.59	4.61	4.64	4.67	4.69	4.72
40	4.75	4.77	4.80	4.82	4.85	4.87	4.90	4.92	4.95	4.97
50	5.00	5.03	5.05	5.08	5.10	5.13	5.15	5.18	5.20	5.23
60	5.25	5.28	5.31	5.33	5.36	5.39	5.41	5.44	5.47	5.50
70	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.81
80	5.84	5.88	5.92	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.18	6.23
90	6.28	6.34	6.41	6.48	6.55	6.64	6.75	6.88	7.05	7.33



لوغاريتم التركيز

شكل (١ - ١٠) : رسم خط السمية بالعين المجردة .

Statistical methods

٢ - الطرق الإحصائية

Least Square method

(١) طريقة المربعات الصغرى

تعتمد هذه الطريقة على اعتبار الخط الذى يطابق النقط أحسن مطابقة هو الخط الذى يكون مجموع مربعات انحراف النقط عنه أصغر ما يمكن ، أى فى نهايته الصغرى . ويتم ذلك باستعمال معادلة الخط المستقيم .

$$Y = \bar{Y} + b(x - \bar{x})$$

\bar{Y} = قيمة الاستجابة المتوقعة بالبرويت .

\bar{Y} = ثابت ، وهو الجزء المقطوع من محور الصادى ، ويكافئ عددياً متوسط الاستجابة $\frac{\sum Y}{N}$

b = ميل الخط أو معامل الانحدار .

X = لوغاريتم التركيز .

\bar{X} = متوسط لوغاريتم التركيز $(\frac{\sum X}{N})$

ولإيجاد الميل تستخدم المعادلتان التاليتان :

$$(١) \dots\dots\dots \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N}$$

$$(٢) \dots\dots\dots \sum xy - \frac{\sum x - y}{N}$$

$$\frac{y}{x} = (b) \text{ الميل}$$

ثم يتم الحصول على النسب المئوية للموت (الحسائية Calculated) والمقابلة لقيم البرويت الناتجة . وتمثل نسب الموت مباشرة على ورق لوغاريتمى ، وبذا يمكن الحصول على خط مستقيم .

X	Y	Y-Y	x ²	Σx . y
$\frac{\sum x}{N}$	$\frac{\sum y}{N}$	$\frac{\sum x \cdot y}{N}$	$\frac{\sum x^2}{N}$	
ومنها تستخرج \bar{x}	ومنها تستخرج \bar{y}			

$$\begin{aligned}Y_1 &= \bar{Y} + b(x_1 - \bar{x}) \\Y_2 &= \bar{Y} + b(x_2 - \bar{x}) \\Y_3 &= \bar{Y} + b(x_3 - \bar{x}) \\Y_4 &= \bar{Y} + b(x_4 - \bar{x}) \\Y_5 &= \bar{Y} + b(x_5 - \bar{x})\end{aligned}$$

إيجاد الميل بطرق حسابية :

$$١ - \text{ميل الخط} = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}}$$

$$= \frac{\text{عدد وحدات الاحتمال}}{\text{عدد وحدات اللوغاريتم المقابلة لها}}$$

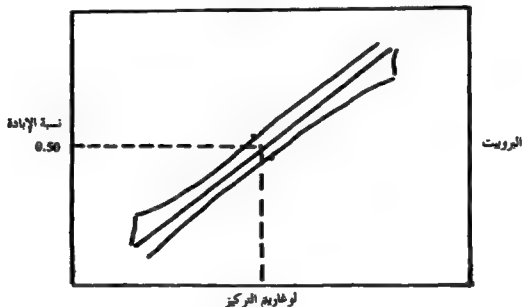
$$٢ - \text{ميل الخط} = \frac{\text{برويت B} - \text{برويت A}}{A}$$

لوغاريتم الجرعة B - لوغاريتم الجرعة

Weighting Points

(ب) طريقة النقاط المرجحة

وهى طريقة أكثر دقة من السابقة . ويتم فى هذه الطريقة تقدير حدود الثقة Confidence pr Fiducial Limits لجميع النقاط ، بحيث يكون لكل نقطة على الخط (LD50 مثلاً) فرقا يضاف أو يطرح من القيمة الأساسية لتكون الحدود الدنيا والقصى فى هذه المنطقة (±) (شكل ١ - ١١) . ويعنى ذلك أن أى قيمة لميل تنحصر فى نفس الحدود تعنى أن هذا الميل لا يختلف معنويًا عن الآخر ، فمثلاً إذا كانت قيمة LD50 لميل هو ٣٢٢.٥٤ ± ٣٠ ، فإن هذا يعنى أن الحد الأدنى للقيمة هو ٢٩١.٥٦٨ ، والحد الأقصى هو ٣٥٤.٨٤ . وإذا كانت قيمة LD50 لميل آخر ٣١٢.٥٤ ، فهذا يعنى عدم وجود فروق معنوية بين الميدين .



شكل (١ - ١١) : خط سمية يوضح طريقة النقاط المرجحة .

خطوات تحميل النقط المرجحة

١ - تطبيق جميع الخطوات في طريقة المربعات الصغرى ، حتى توقيع النقاط على الورق اللوغاريتمى ، ورسم خط السمية .

٢ - ومن الخط يمكن قراءة قيم البرويت المتوقعة \bar{y} للقيمة x ، وتوضع في جدول (٣-١) في العمود (٨) .

٣ - تحسب قيم البرويت العامل Working probits (Y) من المعادلة الآتية : $y = y_0 + kp$

حيث إن P = نسبة الإفادة (عمود ٥) وتستخرج قيمتا K ، y_0 من جدول (٤-١) والمقابلة لقيم \bar{y} .

٤ - معامل الترجيح Weighting coefficients لكل نقطة تستخرج أيضاً من جدول (١ - ٤) وكل معامل يضرب في عدد الحشرات المستخدمة لهذا التركيز ، والناتج هو (W) يوضع في العمود رقم (١١) بجدول (٣ - ١) .

٥ - يحسب لكل خط قيم $W \cdot X$ ، $W \cdot Y$ لتوضع في العمود (١٢) ، (١٣) بجدول (٣-١) .

٦ - اجمع العمود رقم ١١ ، ١٢ ، ١٣ لتحصل على قيم SW ، SWX ، SWY على الترتيب .

٧ - بالقسمة أوجد المتوسطات :

$$\bar{X} = \frac{SWX}{SW} , \bar{Y} = \frac{SWY}{SW}$$

٨ - في كل خط اضرب قيمة WX في قيمة X ، واجمع نواتج القيم لتحصل على SWX^2 .

٩ - أوجد قيم SWY^2 بضرب قيمة Wy في قيمة Y ، واجمع نواتج القيم لتحصل على SWY^2 .

١٠ - لكل خط اضرب قيمة wx في قيمة y ، واجمع نواتج القيم لتحصل على $swxy$.

١١ - احسب قيمة ميل الخط بتطبيق المعادلة التالية :

$$b = \frac{swyx - \bar{x}\bar{y}SW}{swx^2 - \bar{x}^2SW}$$

ويمكن أن نحصل على قيمة البسط وذلك بطرح قيمة swy المضروب في \bar{x} من $swyx$ ، بينما يمكن إيجاد قيمة المقام وذلك بطرح قيمة swx المضروب في \bar{x} من swx^2 .

١٢ - تصبح معادلة الانحدار كالتالى :

$$y = \bar{y} + b(X - \bar{X})$$

$$y = (\bar{y} - b\bar{x}) + bx \text{ أو } y =$$

جدول (١ - ٣) : حساب خط انحدار لوغاريتم الجرعة / الوباء

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Dose or % concentration	No. of test insects	No. of insects dead	% response (death)	Corrected mortality %	log (+2) of dose	Empirical probit	Expected probit	Working probit	Weighting coefficient	Weight			Calculated values from the regression line
n													
0.5	47	44	93.6	93	1.7	6.48	6.65	6.46	0.218	10.2	17.34	65.9	6.57
0.25	50	36	72	70	1.4	5.52	5.40	5.52	0.530	26.5	37.1	146.28	5.41
0.125	54	13	24.1	18	1.1	4.08	4.30	4.11	0.320	17.3	19.0	71.10	4.24
0.0625	34	4	11.7	4	0.8	3.25	3.05	3.27	0.038	1.3	1.04	4.25	3.07
0	30	4	8.0										

$$\Sigma w = 53.3 \quad \Sigma wx = 76.48 \quad \bar{x} = 1.3468 \quad \Sigma wy = 287.52 \quad \bar{y} = 5.199$$

$$\Sigma wx^2 = 103.15 \quad \Sigma wy^2 = 1539.294 \quad \Sigma wxy = 398.299$$

$$b = 3.693$$

$$\text{Regression equation } y = 3.8928x - 0.0438$$

$$\text{If } y = 5.0 \text{ then } x = 1.296 \text{ (this corresponds to a dose of 0.135)}$$

$$\text{Variance} = 0.00125; \chi^2 = 1.398 \text{ (with 2 deg. of freedom, } P 0.5)$$

جدول (٦ - ٤) : عوامل حساب البروت العامل ومعامل الترجيح .

Expected profit Y	Factors for working profit		Weighting coefficient for different levels of natural mortality		
	٢٠	١	0.00	0.06	0.15
1.6	1.33	8.115	0.005		
1.7	1.42	5.805	0.006		
1.8	1.51	4.194	0.008		
1.9	1.60	3.061	0.011		
2.0	1.70	2.236	0.015		
2.1	1.79	1.680	0.019		
2.2	1.86	1.2634	0.025	0.001	
2.3	1.97	0.9596	0.031	0.001	0.001
2.4	2.06	0.7362	0.040	0.002	0.001
2.5	2.15	0.5705	0.050	0.003	0.002
2.6	2.23	0.4465	0.062	0.005	0.003
2.7	2.32	0.3530	0.076	0.006	0.004
2.8	2.41	0.2819	0.092	0.013	0.007
2.9	2.49	0.2274	0.110	0.19	0.010
3.0	2.58	0.1852	0.131	0.027	0.015
3.1	2.66	0.1524	0.154	0.038	0.022
3.2	2.74	0.1267	0.180	0.053	0.030
3.3	2.83	0.1063	0.206	0.070	0.042
3.4	2.91	0.0902	0.236	0.092	0.056
3.5	2.96	0.0772	0.269	0.117	0.074
3.6	3.06	0.0668	0.302	0.145	0.095
3.7	3.14	0.0584	0.336	0.177	0.119
3.8	3.21	0.0515	0.370	0.211	0.146
3.9	3.28	0.0459	0.405	0.247	0.176
4.0	3.34	0.0413	0.439	0.283	0.208
4.1	3.41	0.0376	0.471	0.320	0.241
4.2	3.47	0.0345	0.503	0.356	0.274
4.3	3.53	0.0320	0.532	0.391	0.307
4.4	3.58	0.0300	-0.558	0.424	0.339
4.5	3.62	0.0284	0.581	0.453	0.370
4.6	3.66	0.0272	0.601	0.480	0.397
4.7	3.70	0.0262	0.616	0.502	0.421
4.8	3.72	0.0256	0.627	0.520	0.442
4.9	3.74	0.0252	0.634	0.534	0.458
5.0	3.75	0.0251	0.637	0.542	0.471
5.1	3.74	0.0252	0.634	0.546	0.478
5.2	3.72	0.0256	0.627	0.546	0.481
5.3	3.68	0.0262	0.616	0.540	0.479
5.4	3.62	0.0272	0.601	0.530	0.473
5.5	3.54	0.0284	0.581	0.516	0.463
5.6	3.42	0.0300	0.558	0.496	0.444
5.7	3.27	0.0320	0.532	0.477	0.431
5.8	3.06	0.0345	0.503	0.453	0.411
5.9	2.83	0.0376	0.471	0.426	0.386
6.0	2.52	0.0413	0.439	0.398	0.363
6.1	2.13	0.0459	0.405	0.368	0.336
6.2	1.64	0.0515	0.370	0.337	0.309
6.3	1.03	0.0584	0.336	0.306	0.281
6.4	0.26	0.0668	0.302	0.276	0.253
6.5	-0.71	0.0772	0.269	0.246	0.226
6.6	-1.92	0.0902	0.236	0.218	0.200
6.7	-3.46	0.1063	0.206	0.190	0.175
6.8	-5.41	0.1267	0.180	0.165	0.152
6.9	-7.90	0.1524	0.154	0.142	0.131

Expected probit	Factors for working probit		Weighting coefficient for different levels of natural mortality		
	z_0	h	0.00	0.05	0.15
7.0	-11.10	0.1852	0.131	0.120	0.111
7.1	-15.23	0.2274	0.110	0.101	0.093
7.2	-20.60	0.2819	0.092	0.084	0.078
7.3	-27.62	0.3530	0.076	0.070	0.064
7.4	-36.89	0.4465	0.062	0.057	0.052
7.5	-49.20	0.5705	0.050	0.046	0.042
7.6	-65.68	0.7362	0.040	0.037	0.034
7.7	-87.93	0.9596	0.031	0.029	0.027
7.8	-118.22	1.2634	0.025	0.023	0.021
7.9	-159.79	1.6800	0.019	0.018	0.016
8.0	-217.3	2.256	0.015	0.013	0.012
8.1	-297.7	3.061	0.011	0.010	0.009
8.2	-410.9	4.194	0.008	0.008	0.007
8.3	-571.9	5.805	0.006	0.006	0.005
8.4	-802.8	8.115	0.005	0.004	0.004

١٣ — من هذه المعادلة يمكن استخراج قيم (v)، وتقارن بقيم البروبيت المتوقعة v. ويلاحظ أنها لا تختلف عنها بأكثر من ٠,٢، في جميع الحالات، وبذا نصل إلى الدقة المتناهية في تمثيل الخط. وإذا كان هناك تفاوت كبير في القيم الناتجة بالمقارنة بطريقة المربعات الصغرى تعاد الحسابات مرة أخرى.

١٤ — لتقدير مدى دقة قيمة E_{d50} تطبق الخطوات التالية :

(أ) بحسب الاختلاف عن المتوسط (v) بالمعادلة التالية :

$$v = \frac{1}{\sigma^2} \left(\frac{1}{sw} + \frac{(m-\bar{x})^2}{swx^2 - \frac{(swx)^2}{SW}} \right)$$

وجميع هذه القيم سبق حسابها

(ب) يتم تقدير قيمة χ^2 لبيان مدى تجانس النتائج وفقاً للمعادلة الآتية :

$$\chi^2 = (Swy^2 - \bar{y}swy) - b (swxy - \bar{x}swy)$$

وجميع هذه القيم سبق حسابها .

(ج) تقارن قيمة χ^2 بالقيمة الجدولية تحت درجات حرية (n-2)، حيث إن n تساوى عدد التركيزات المستخدمة . وإذا زادت قيمة χ^2 المحسوبة عن قيمتها المستخرجة من الجداول على مستوى احتمال ٥٪ تعتبر الاختلافات مؤكدة ويفضل إعادة العملية الحسابية من الأول، أما إذا كانت قيمة χ^2 المحسوبة أقل من القيمة المستخرجة، تعتبر الاختلافات غير مؤكدة . جدول (١ - ٤) .

(د) تحسب قيمة حلود الثقة m_1 ، m_2 على مستوى ٩٥٪ كالآتي :

$$m_1 = m - 1096 \sqrt{\frac{q}{n}}$$

$$m_2 = m + 1096 \sqrt{\frac{q}{n}}$$

سابعاً : العوامل المؤثرة على التقييم الحيوى

هناك مجموعة من العوامل ذات تأثير كبير على النتائج المتحصل عليها فى التقييم الحيوى ، وبالتالى تؤثر على قيمتى LD50 وميل الخط . ومن أهم هذه العوامل :

(أ) :: عوامل متعلقة بالآفة (داخلية)

Intrinsic Factors

Treated pest

١- نوع الآفة المختبرة

يرجع اختلاف حساسية الأنواع تجاه المبيدات الكيميائية إلى الاختلافات فى التركيب التشريحي أو النظم الفسيولوجية للآفة مجال الاختبار ، حيث تؤدي هذه الاختلافات إلى تفاوت قدرة الآفة على التقاط المبيد ونفاذته ، واختلاف قدرة الأنسجة على تحليل هذه المركبات ، ومدى إتاحة الفرصة لها حتى تتجلبث الأثر السام . وقد أشار Busvine (عام ١٩٧١) إلى المثال التالى لىوضح اختلاف حساسية بعض يرقات حرشفية الأجنحة لمبيد الروتينون (انظر جدول ١ - ٥) . وتظهر النتائج أن دودة الحرير أكثر حساسية لمبيد الروتينون بمعدل ٢٠٠٠ مرة عند معاملتها قميًا ، بالمقارنة بيرقات دودة ورق القطن ، كما أنها أكثر حساسية للمبيد بمعدل ١٦٠ مرة ، بالمقارنة بدودة اللوز القرنفلية .

جدول (١ - ٥) حساسية بعض يرقات حرشفية الأجنحة لمبيد الروتينون .

الحشرة	قيمة LD50 مللجم / جم
دودة الحرير	٠ , ٠٠٣
دودة اللوز القرنفلية	٠ , ٤٩
دودة ورق القطن	٥ , ٠

Treated strain

٢ - السلالة المختبرة

تختلف حساسية النوع الواحد فى استجابته للمبيدات تبعاً لاختلاف السلالة ، سواء أكانت حساسة ، أم مقاومة للمبيد . وكلما زاد مستوى المقاومة ، ارتفعت قيمة LD50 ، والعكس صحيح ، كما يتغير ميل الخط مع تغير مستوى المقاومة ، وذلك تبعاً للدرجة التماثل بين أفراد السلالة كما سبق الذكر .

يزداد تحمل الآفة للمبيد بتقدم العمر في الطور الواحد ، ولكن عند حساب التركيز أو الجرعة على أساس وحدة الوزن (ميكروجرام/ جم من وزن الجسم) نجد أن تحمل بعض الأعمار ثابت في الطور الواحد (تحمل الطور اليرقي من العمر الثاني إلى السادس ثابت في دودة ورق القطن) . وزيادة مستوى التحمل مع تقدم العمر تعتبر زيادة غير حقيقية ، فهي ترجع إلى زيادة وزن اليرقة . وتزداد حساسية اليرقة للمبيد أثناء الانسلاخ . وقد يرجع ذلك إلى التغيرات الفسيولوجية والمورفولوجية التي تحدث للجديد أثناء الانسلاخ .

كما يختلف تحمل النواع الواحد باختلاف الطور ، فمثلاً في الحشرات ذات التطور الكامل يلاحظ أن الأطوار الساكنة (البيضة والعناء) تكون أكثر تحملاً من الأطوار المتحركة النشطة (اليرقات والحشرات الكاملة) وقد لا تظهر هذه الفروق مستوى التحمل في الحشرات ذات التطور الناقص أو عديمة التطور .

كما يختلف تحمل الطور الكامل باختلاف العمر ، فمثلاً تكون الذبابة المنزلية أكثر حساسية في بداية الطور ، ثم يزداد تحملها للمبيد بتقدم العمر ، وبعد ذلك ينخفض مستوى تحملها وتصبح أكثر حساسية ، فقد وجد أن تركيز الـ د . د . ت الذي يقتل ٩٢٪ من الذباب المنزلي في بداية خروج الحشرة الكاملة من العناء يقتل ٦٥٪ فقط من الذباب المنزلي عمر ١١ يوماً .

ويلزم أن يؤخذ في الاعتبار عند التطبيق الحقلّي اختيار التوقيت المناسب للمكافحة ، وهو وجود العمر والطور الأكثر حساسية . وعموماً .. فإن العمر اليرقي الأول يعتبر أكثر الأطوار ملائمة للمكافحة ، بينما تحتاج الأعمار المتقدمة جرعات عالية جداً من المبيد ، بالإضافة إلى عدم إمكان منع الضرر الناشئ منها ، كما أن متبقّيات المبيدات تستمر فترة طويلة وبتركيز عال ، الأمر الذي يؤدي إلى حدوث نتائج عكسية على البيئة والأعداء الحيوية .

تختلف الذكور والإناث في مستوى تحملها للمبيدات . وغالباً ما تكون ذكور الحشرات أكثر حساسية من الإناث ويرجع جزء من الزيادة في تحمل الإناث للمبيدات إلى كبر حجمها ، أما باقي التأثير ، فيرجع إلى فسيولوجي الإناث وعموماً .. إذا صححت الجرعة ونسبت إلى وزن الجسم ، فإن الإناث غالباً ما يكون تحملها أكبر . ويلاحظ أنه إذا استخدم الذكور والإناث معاً في الاختبار ، فإن خط السمية سيكون أقل ميلاً عن ذلك الذي ينتج باختيار جنس واحد ، وذلك لانخفاض مدى التجانس عند معاملة الجنسين معاً ، بالمقارنة بمعاملة جنس واحد . وعموماً .. يفضل في اختبارات التقييم الحيوي أن تكون العشيرة المختبرة ممثلة تماماً من كل جنس (النسبة الجنسية ١ : ١) .

من المعروف أنه كلما زاد وزن الحشرة احتاجت إلى كمية أكبر من المبيد ، حتى يتم قتلها ، والعكس صحيح . والواقع أن الجرعة الموصى بها يجب أن تكون أضعاف الجرعة القاتلة على أساس انخفاض مستوى نفاذ المبيد في الحشرة تحت ظروف الحقل ، واحتمال زيادة تمثيل المبيد إلى مركب غير سام ، وانخفاض الكمية من المبيد التي تصل إلى مكان التأثير .

Extrinsic Factors (ب): عوامل متعلقة بالبيئة المحيطة (خارجية)

Temperature

١ - الحرارة

يتأثر الكثير من النظم الفسيولوجية بدرجة الحرارة المحيطة بالآفة ، كما تتأثر مظاهر فعل المبيد على النظام الحيوى بدرجة الحرارة السائدة . وقد أظهرت الدراسات مدى تأثير درجة الحرارة التي ترى عليها الحشرات قبل الاختبار (قبل المعاملة) ، أو درجة الحرارة أثناء وبعد المعاملة على مستوى استجابة الآفة للمبيد المعامل . ويرجع تأثير الحرارة إلى واحد أو أكثر من العوامل الآتية :

(أ) تأثير درجة الحرارة على فسيولوجيا الحشرة ، فكلما كانت درجة الحرارة مناسبة ، تمكنت الحشرة من تحمل تركيزات كبيرة من المبيد دون أن تقتل .

(ب) تأثير درجة الحرارة على النظم الإنزيمية المسفولة عن تنشيط أو هدم المبيد داخل جسم الحشرة .

(ج) تأثير درجة الحرارة على طبيعة وخواص المبيد الذي تتعرض له الحشرة .

(د) تأثير درجة الحرارة على نشاط الحشرة ، وبالتالي على مقدار ما تلتقطه من المبيد ، وذلك في حالة اختبار متبقيات المبيدات .

ويكون التأثير النهائي لدرجة الحرارة على مستوى تحمل سلالة من الحشرات لمبيد ما هو محصلة تأثيرها على العوامل السابقة . وينقسم تأثير الحرارة إلى :

Pre-treatment temperature

(أ) تأثير حرارة ما قبل المعاملة

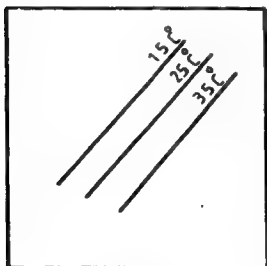
تؤثر درجة حرارة التربة في نطاق درجات الحرارة التي تكون فيها الحشرات طبيعية في سلوكها ، فالحشرات التي تربي على درجات الحرارة غير المناسبة (العالية أو المنخفضة) تكون أصغر في الحجم نسبياً من تلك المرباة تحت درجات حرارة نموذجية . ويؤدى صغر الحجم والوزن إلى تغيير في مستوى حساسية الحشرة للمبيد . وقد وجد أن تحمل الصرصور الأمريكي للد. د. ت. وغير من مشابهاه يزداد

عند تربيته على درجة حرارة منخفضة ، وقد يرجع ذلك إلى تأثير الحرارة على دهون الجسم ، حيث يصبح الدهن في صورة غير مشبعة على درجة الحرارة المنخفضة ، وبهذا تكون له قدرة ذوبان عالية للمبيدات . ويؤدى ذلك إلى ارتفاع مستوى تخزينها في الأنسجة الدهنية بعيداً عن منطقة التأثير ، وبالتالي يرتفع مستوى تحمل الحشرة .

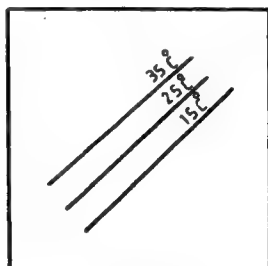
Temperature of testing

(ب) درجة حرارة الاختبار

تؤثر درجة الحرارة أثناء الاختبار على سرعة انتشار المبيد وامتصاصه وتطايهه ، كما أنها تؤثر على سرعة أعراض التسمم . وهناك مبيدات أكثر سمية على درجة الحرارة المرتفعة ، مثل معظم المبيدات الفوسفورية ، ومركبات السيكلوداين ، والكاربامات . ويطلق على هذه المبيدات أنها ذات معامل حرارى موجب **Positive temperature coefficient** ، كما أن هناك مجموعة من المبيدات تزداد سميتها على درجة الحرارة المنخفضة ، مثل الـ د. د. ت ، ومعظم البيروثرويدات المخلقة ، ويطلق عليها أنها ذات معامل حرارى سالب **Negative temperature coefficient** . ويعتقد أن سبب ذلك هو زيادة نشاط الإنزيمات الهامة لهذه المبيدات على درجة الحرارة المرتفعة ، وانخفاض نشاطها على درجة الحرارة المنخفضة ، مما يزيد من سميتها . وعموماً .. فإن درجة الحرارة المختارة في تجارب التقييم الحيوى يلزم أن يكون مساوية مع درجة حرارة البيئة عند مكافحة الحشرة في الحقل شكل (١ - ١٢) .



لوحظت التركيب
معامل حرارى سالب



لوحظت التركيب
معامل حرارى موجب

شكل (١ - ١٢) : تأثير درجة الحرارة على كفاءة المبيد الإيجابية .

Post- treatment temperature (Ptt)

(ج) حرارة ما بعد المعاملة

بعد المعاملة بالمبيد الحشري نجد أن الحشرات التى لم تقتل قد تنجح فى التخلص من السم بشكل أو بآخر ، وتشفى تماماً ، ويتم عملية التخلص بالإقراز ، أو بالهدم البيوكيميائى للمبيد ، أو بالانتشار . وتزداد فرصة الشفاء مع رفع درجة الحرارة ، وعلى العكس من ذلك .. فإن لدرجة حرارة ما بعد المعاملة تأثير على فقد الماء ، ونقص مخزون الغذاء . ويزداد هذا التأثير فى وجود المبيد الحشري ، الأمر الذى قد يتيح زيادة نسبة الموت .

Humidity

٢ - الرطوبة

مازالت المعلومات المتاحة عن تأثير رطوبة الجو على مستوى حساسية الحشرة لفعل المبيد الكيميائى غير كافية . وعموماً .. تفوق أهمية درجة الحرارة وتأثيرها على سمية المبيد عن نسبة الرطوبة بكثير ، وذلك فى تأثيرها على اختبارات التقييم الحيوى . وقد لوحظت زيادة تأثير مخلفات مبيد ال د . د . ت . على خنافس الدقيق الصدفية بزيادة درجة الرطوبة ، كما يؤدى ارتفاع نسبة الرطوبة إلى خفض سمية مبيد ال د . د . ت ضد الذباب المنزل . ويلاحظ فى الحقل تقلب نسبة الرطوبة إلى حد كبير ، وتلعب دوراً هاماً فى حياة اليرقات الحديثة لحرشية الأجنحة ، حيث تحتاج يرقات ديدان اللوز الحديثة الفقس إلى مستوى رطوبة مرتفع ، لذا تنفقس دائماً فى الصباح الباكر ، بينما الترية تحت ظروف الرطوبة المنخفضة فى المعمل تؤدي إلى موت عدد كبير من اليرقات . ويعتبر ثبات الرطوبة داخل المعمل عملية مكلفة اقتصادياً . ويمكن التحكم فى نسبة الرطوبة باستخدام المجففات الزجاجية ، والتي تحتوى على محاليل مشبعة من أملاح مناسبة .

Food Supply

٣ - الغذاء (الإمداد الغذائى)

تؤثر أنواع الغذاء على مدى قابلية الحشرات للتأثر بالمبيدات . ويؤثر الغذاء الذى تترى عليه الحشرات من حيث النوع والكمية على حجم وقوة ودرجة تحمل الحشرات لفعل المبيدات ، وعليه .. فإن التغذية الجيدة للحشرة تعطى حجماً أكبر وقدرة أعلى على تمثيل المبيد ، مما يزيد من درجة تحمل الحشرة لفعله ، كما وجد أن اختلاف الطعام يحدث تقلباتاً فى تحمل الأفراد . وتختلف درجة التحمل إذا غذيت الحشرات عقب المعاملة ، عنها لو تركت صائمة دون غذاء لفترة طويلة نسبياً وعموماً .. تفضل تغذية الحشرات بعد المعاملة لخفض معدل الموت الطبيعى .

Illumination

٤ - الضوء

تؤثر كثافة الضوء على مستوى نشاط عديد من الحشرات ، وهذه قد تؤثر مباشرة على مدى التحمل لفعل المبيد ، على مستوى التمثيل . وقد يؤثر بطريق غير مباشر على مقدار مالتقطه الحشرة

من المبيد . وقد وجد أن الذباب المنزلي يكون أكثر حساسية للتأثير بمخلفات الـ د . د . ت في وجود الإضاءة أكثر منه في الظلام ، ويرجع ذلك إلى نشاط الذباب المنزلي بالنهار ، حيث توجد الإضاءة ، بالمقارنة بالليل (الإظلام) . وتجري اختبارات التقييم الحيوى للحشرة دودة اللوز *Diparopsis castanea* العمر البرق الأول من الساعة ٥ — ١٠ بعد منتصف الليل ، حيث يتم في هذه الفترة فقس البيض .

Population density

٥ — معدل التزاوج

معدل التزاوج له تأثير غير مباشر على مدى تحمل الحشرة للمبيد ، حيث يؤدي التزاوج أثناء التربية إلى صغر حجم الحشرات ، كما تتميز بمعدل أكبر في النشاط ، وفي زيادة مستوى التمثيل الغذائي ، وبالتالي يقل معدل تحمل الحشرة للمبيد . وعلى العكس من ذلك .. فقد لوحظ ازدياد تحمل حشرة *Sitophilus granarius* لغاز ثاني كبريتور الكربون مع زيادة معدل تزاوجها . وهناك بعض الحشرات ، مثل يرقات *Heliothis* ، تتمتع بخاصية الافتراس ، ولذا يلزم أن ترى وتعامل في صورة فردية . وعموماً .. يجب أن يكون عدد الأفراد المعرض لسطح ما ثابتاً في كل معاملة .

ثالثاً : عوامل متعلقة بالمبيد وطريقة التقييم

Type of pesticides

١ — نوع المبيد

تباين سمية المبيدات المختلفة للنوع الواحد من الحشرات ، وبالتالي تختلف قيم LD₅₀ والميل الناتج ، وعادة يزداد ميل خط السمية في حالة المبيدات الشديدة السمية ، وذلك تماثل الحشرات في استجابتها للمبيد الشديد السمية . وكلما ازدادت سمية المبيد ، انخفضت قيمة LD₅₀ . وكثيراً ما تتوازي خطوط السمية ، أى تتماثل في الميل عند اختبار مجموعة من المبيدات ذات طريقة الفعل المتشابهة . واختلاف ميل خطوط السمية قد يعنى اختلاف طريقة تأثير المبيد على الحشرة .

Type of Solvent

٢ — نوع المذيب

تخفيض قيمة LD₅₀ كلما كان المذيب يعمل على زيادة مائلتقطه الحشرة من المبيد . ويزيد مذيب الأسيتون من سمية التركيزات المنخفضة عند معاملة المبيد قعياً ، بينما يقلل من تأثير التركيزات المرتفعة ، وذلك لأن الأسيتون يسمح بترسيب المبيد ، فلا تكتفى إلا نسبة صغيرة منه داخل جسم الحشرة ، وبذا ترتفع قيمة LD₅₀ ، ويقل ميل الخط . أما الزيوت المعدنية التى تساعد على انتشار المبيد وتوزيعه ، فإنها تخفض من قيمة LD₅₀ ، وبالتالي تقلل من مستوى مقاومة الحشرة المعاملة للمبيد .

Expression of pesticide concentration

٣ — التعبير عن تركيز المبيد

يقاس تركيز المبيد كما سبق الذكر ، بوحدات ، مثل جاما (ميكروجرام U_g) مبيد لكل حشرة

(Ug/ insect) ، أو ميكروجرام ميد لكل وحدة من وزن الحشرة (Ug/ gm. body weight) ، أو جزء في المليون ppm ، أو كنسبة مئوية (٪) وتبعاً لذلك .. تختلف قيم LD₅₀ ، الناتجة . ولا يؤثر تمييز التركيز على ميل الخط ، لأن التمييز يؤثر على جميع التركيزات بنسبة ثابتة .

Method of application

٤ — طريقة المعاملة

تقل قيمة LD₅₀ ، ويزداد ميل الخط باتباع الطرق الشديدة التأثير مثل الحقن . وقد تقل الفروق في الاستجابة بين مجموعة من الحشرات عند حقن المبيد فيها داخلياً . ويكون ميل خط السمية أكبر عند تعرض خنافس الدقيق للبيورم بطريقة الرش ، عنه عند تعرض الحشرات لمبقى المبيد على ورق الترشيح . ويرجع ذلك إلى اختلاف كمية المبيد التي تصل إلى مواقع التأثير في الحشرة .

Length of exposure period

٥ — طول فترة التعرض

كلما طالت فترة التعرض لتركيز معين من المبيد زادت سمية نفس هذا التركيز من المبيد ، وبالتالي تقل قيمة LD₅₀ ، ويؤثر طول فترة التعرض للمبيد على درجة مقاومة سلالة ماعند مقارنتها بسلالة أخرى ، فلا يظهر الفرق واضحاً في قيم LD₅₀ ، لسلالتين عندما يكون التعرض لفترة قصيرة ، بينما يظهر هذا الفرق بوضوح مع إطالة الفترة ، حيث لا تتحمل الأفراد الحساسة التعرض للتركيز لفترة طويلة ، بينما تتمكن الأفراد المقاومة من الاستمرار في تحمله . وعموماً .. تزداد نسبة الموت بطول فترة التعرض ، وتتنخفض قيمة LD₅₀ ، ويزداد ميل الخط حتى مستوى معين تثبت عنده هذه القيم .

Period until counting

٦ — الفترة من المعاملة حتى تقدير الإبادة

ترتفع نسبة الإبادة كلما طالت الفترة من وقت معاملة الحشرة بالمبيد حتى تقدير نسبة الإبادة ، وذلك حتى فترة معينة لا تزداد نسبة الموت ، وذلك لأن جميع الأفراد المنتظر قتلها بهذا التركيز من المبيد تكون قد قتلت فعلاً ، فإذا تم عد الميت بعد ساعتين تكون نسبة الوفاة أقل من تلك المتحصل عليها بعد ٢٤ ساعة مثلاً . ويختلف طول الفترة التي يثبت بعدها عدد الحشرات الميتة باختلاف نوع الحشرة ونوع المبيد . وكلما طالت الفترة من التعرض حتى حساب النتائج يظهر المبيد أكثر سمية ، فتنخفض قيمة LD₅₀ ، ويزداد ميل الخط ، وذلك حتى فترة معينة تثبت بعدها هذه القيم .

العوامل الواجب مراعاتها عند إجراء اختبارات التقييم الحيوي

عند تقدير مستوى استجابة مجموعة من أفراد نوع معين من الحشرات تجاه مبيد ما يلزم أن يؤخذ في الاعتبار العوامل الآتية :

١ — يجب أن تكون هناك علاقة ثابتة بين تركيز المبيد المستعمل والجرعة الحقيقية التي تؤثر على الحشرة .

- ٢ — يلزم توخي الدقة في اختيار المذيب المناسب ، وعمل محاليل المبيدات .
- ٣ — يراعى تقدير نسبة الإبادة بدقة متناهية ، فقد تستعيد الحشرات نشاطها بعد أن يعتقد أنها كانت بالتركيز المستعمل من المبيد .
- ٤ — استخدام الغذاء المناسب للتربية ، وثبات جميع الظروف المحيطة ، ماعدا اختلاف عامل المبيد .
- ٥ — زيادة عدد الحشرات المعاملة قدر الإمكان ، حتى يكون تمثيل العشيرة المختبرة حقيقياً .
- ٦ — يجب اختيار طريقة المعاملة المناسبة والسهلة ، بحيث يمكن إجراؤها عدة مرات .
- ٧ — كلما ارتفع ميل خط السمية ازدادت حساسية الطريقة المستعملة في الاختبار ، هذا .. إذا استعملت حشرات متماثلة لتقدير حساسية الاختبار . أما إذا استعملت طريقة معاملة واحدة لاختبار مجاميع توحد طريقة المعاملة إذا كان الغرض تقدير درجة حساسية أو مقاومة مجموعات مختلفة من الحشرات لفعل مبيد ما .
- ٨ — عند قياس مستوى سلالة حقلية بالمقارنة بالسلالة الحساسة ، يفضل أن يكون قياس مستوى السلالة الحساسة مع كل اختبار حتى تكون المقارنة أقرب للحقيقة .

خواص خط السمية

- لكي يكون خط السمية مستقيماً لابد من توفر شرطين أساسيين هما :
- ١ — أن يكون توزيع حساسية الأفراد طبيعياً ، أي تمثل بالمنحنى التكرارى المحتل ، وأن تكون الأفراد المختبرة ممثلة تحت الاختبار تمثيلاً حقيقياً . وإذا كان هناك اختلاف واضح بين الأفراد في درجة استجابتهم للمبيد المعامل ، كأن تكون العينة المختبرة تابعة لمجموعتين مختلفتين من العشائر ، فإن العلاقة لا يمكن أن تمثل بخط ، بل تمثل بمنحنى .
 - ٢ — أن تكون نسبة المبيد الذى يدخل جسم الحشرة إلى الكمية الكلية التى تعرضت لها ثابتة قدر الإمكان ، وذلك في حدود التركيزات المستعملة . ويمكن التعبير عن ذلك بالمعادلة الآتية :
- الجرعة من المبيد التى تدخل جسم الحشرة = ثابت \times كمية المبيد التى تعرض له الحشرة . ويتغير الثابت بتغير طريقة المتبقيات . ويرى البعض أخذ عامل حجم و وزن الحشرة في الاعتبار ، حيث يرتبط الوزن بمساحة السطح المعرض من الحشرة داخلياً أو خارجياً ، حيث إن مساحة السطح المعرض من الحشرة للمبيد = وزن الحشرة \times $\frac{1}{2}$ ، ثم تعدل الجرعة المتوسطة للموت LD_{50} ، بحيث = $LD_{50} \times$ مساحة السطح المعرض . وقد اقترح Bliss عام ١٩٣٦ تعديل قيمة LD_{50} كما يلي :
- $$LD_{50} = \text{ثابت} \times (\text{وزن الحشرة}) , \text{ حيث إن } ه = \text{دالة وزن جسم الحشرة} = ١,٥$$

دلالات خط السمية

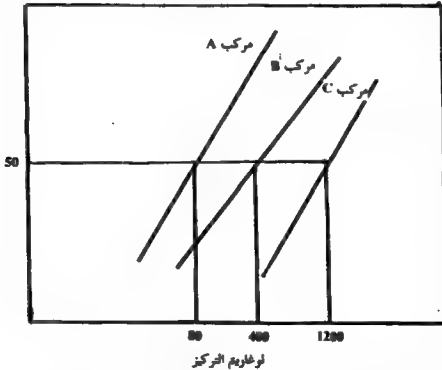
١ — يفيد في تقدير قيمة LD_{50} ، أو LC_{50} ، وهى الجرعة أو التركيز الكافى لقتل ٥٠٪ من الأفراد المعرضة له ، كذلك قد يعبر عنه باصطلاح (Effective dose LD_{50}) . وهذه القيمة هامة جداً في تقدير درجة حساسية السلالة المختبرة ، كما تفيد في مقارنة سمية مجموعة مختلفة من المركبات على نوع معين من الحشرات ، أو مقارنة حساسية سلالات مختلفة لمبيد معين . وعند تقييم كفاءة مجموعة من المبيدات ضد آفة ما تحسب قيمة دليل السمية Toxicity index وفقاً لمعادلة (Sun عام ١٩٥٠) على النحو التالى :

$$\text{دليل السمية} = \frac{\text{قيمة } LC_{50} \text{ لأكثر المبيدات اختيرة كفاءة}}{\text{قيمة } LC_{50} \text{ للمبيد الآخر}} \times 100$$

مع إعطاء أفضل مبيد (له أصغر قيمة LD_{50}) درجة ١٠٠ ، وتأخذ المبيدات الحشرية درجات أقل من ١٠٠ بالنسبة لقيم LC_{50} لها ، كما يمكن مقارنة كفاءة المبيدات الحشرية بعضها ببعض بتقدير الكفاءة النسبية Relative potency ، ويعبر عنه بعدد مرات Folds كفاءة المركب ، بالمقارنة بأقل مركب يحدث تأثيراً ساماً (أعلى قيمة في LC_{50}) :

$$\text{الكفاءة النسبية} = \frac{\text{قيمة } LC_{50} \text{ لأقل المبيدات اختيرة كفاءة}}{\text{قيمة } LC_{50} \text{ للمبيد الآخر}} = \text{..... مرة}$$

والمثال التالى يوضح مقياس دليل السمية والكفاءة النسبية بشكل (١ - ١٣) .



دليل السمية : مركب A = ١٠٠ ، الكفاءة النسبية : مركب A = ١٥٠٠
 مركب B = ٢٠ ، مركب B = ٣٠٠
 مركب C = ١.٧ ، مركب C = ١.٠

شكل (١ - ١٣) : دلالات خط السمية والكفاءة النسبية للمبيد .

٢ — يفيد الميل في معرفة درجة تماثل الأفراد المختبة من حيث استجابتها للمبيد . وكلما كانت الأفراد أكثر تماثلاً Homogenous في حساسيتها أو مقاومتها للمبيد ، زاد ميل الخط ، وكان أكثر انحداراً Steepness . وكلما كانت الأفراد أقل تماثلاً في استجابتها للمبيد ، قل ميل الخط ، كان أكثر أفقية Flatness . وميل الخط مهم جداً في معرفة موقف السلالة من حيث درجة مقاومتها للمبيد ، والتنبؤ بظهور المقاومة ، والفرقة بين التحمل الفائق والمقاومة . وتماثل ميل الخطوط يدل على تماثل طريق الفعل السام . ويمكن معرفة مدى ميل الخط بحساب نسبة $\frac{LC_{90}}{LC_{50}}$ وكلما قلت القيمة الناتجة ، دل ذلك على زيادة ميل الخط ، والعكس صحيح .

ثامناً : بعض العلاقات والمتغيرات المرتبطة بخطوط السمية

١ — الحصول على سلالة مقاومة لمبيد ما عن طريق الضغط الانتخائي

Insecticide selection pressure

يمكن تحت الظروف المعملية التوصل إلى سلالة مقاومة لمبيد ما معلومة درجة مقاومتها ، كما يمكن في نفس الوقت دراسة تطور ونمو ظاهرة المقاومة Development of resistance . وتتطلب هذه الدراسة وجود سلالة قياسية (حساسة) Susceptible strain . نأخذ مجموعة من أفراد هذه السلالة ونعرضها لجرعات تسبب الموت بنسبة ٣٠٪ من الأفراد (LD₃₀) ، اختيرت هذه الجرعة حتى لا تتعرض السلالة لضغط انتخائي قاس (عند تعريضها مثلاً LD₉₀ ، الأمر الذي قد يؤدي إلى تدهور السلالة ، ثم يعرض الجيل الأول لنفس الجرعة ، ويقاس مستوى المقاومة ، وتترك الأفراد الحية للتزاوج . ويعرض الجيل الثاني لنفس الجرعة ، ويقاس مستوى المقاومة ، وتترك الأفراد الحية للتزاوج ، وهكذا لعدة أجيال حتى نصل إلى مستوى المقاومة شكل (١ — ١٤) .

والمثال المبسط التالي يوضح ذلك .

$$\text{الجيل الأول } ١ = \frac{LD_{50} F_1}{LD_{50} s.s.} = F_1 \text{ (السلالة حساسة)}$$

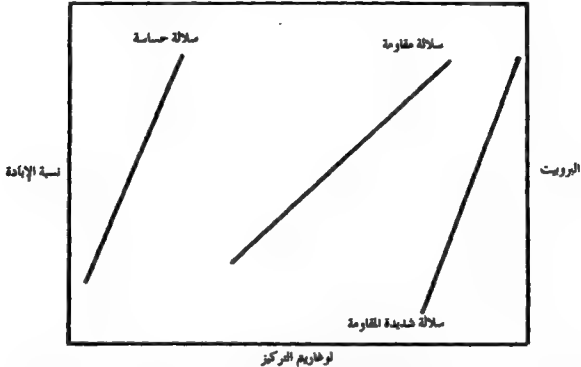
$$\text{الجيل الثاني } ٢ = \frac{LD_{50} F_2}{LD_{50} s.s.} = F_2 \text{ (تحمل طبيعي)}$$

$$\text{الجيل الثالث } ٣ = \frac{LD_{50} F_3}{LD_{50} s.s.} = F_3 \text{ (تحمل فائق)}$$

$$\text{الجيل الرابع } ٤ = \frac{LD_{50} F_4}{LD_{50} s.s.} = F_4 \text{ (تحمل فائق)}$$

$$\text{الجيل الخامس } ٥ = \frac{LD_{50} F_5}{LD_{50} s.s.} = F_5 \text{ (أو أكثر مقاومة)}$$

جينات المقاومة في تركيب الفرد الوراثي ، ازداد مستوى مقاومته للمبيد . ومع استمرار الضغط الانتخاني تزداد قيمة LD50 ، وينخفض ميل الخط حتى تصل إلى سلالة على أقصى درجة من عدم القاتل ، ثم يأخذ الميل في الازدياد مرة ثانية مع زيادة تماثل أفراد السلالة (كما هو واضح في الشكل (١ - ١٥) .



شكل (١ - ١٥) : خطوط السمية الناتجة أثناء إجراء ضغط انتخاني بمبيد ما لتكوين سلالة مقاومة للمبيد - (لاحظ اختلاف ميل الخط) .

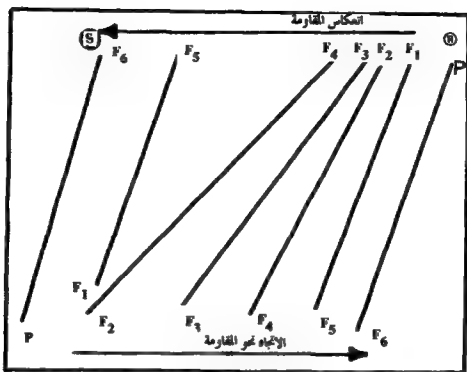
Reversion of resistance

٢ - في حالة انعكاس المقاومة

تزداد قيمة LD50 ، ويتغير ميل الخط تبعاً لمستوى المقاومة التي تصل إليها السلالة . وعند توقف استخدام المبيد يحدث ما يطلق عليه انعكاس المقاومة ، أي أن ما يحدث لخط السمية هو عكس ما يظهر في حالة تكوين سلالة مقاومة للمبيد ، حيث يتحرك الخط من اليمين إلى الشمال ؛ أي اتجاه التركيززات المنخفضة ، فتقل قيمة LD50 ، ويتغير ميل الخط ، بعكس عند تكوين السلالة المقاومة شكل (١٦ - ١) .

٣ - إذا لم يوجد بالسلالة الحساسية أي فرد مقاوم أو ذى تحمل فائق

إذا كان لدينا ٢١٠٠ حشرة من نوع ما — عرض منها ١٠٠ فرد للاختبار ، وسممنا خط السمية فإن الخط الناتج هو (أ) . وإذا عرضنا الألفى حشرة الباقية لتركيز كاف لقتل ٥٠٪ من الأفراد يتبقى ١٠٠٠ فرد أكثر تحملاً للمبيد . وبإعادة الاختبار عليها بغرض أن استعمال المبيد في الاختبار الأول لن يؤثر على نتيجة الاختبار الثاني (افتراض نظري غير صحيح عملياً) ، فإن خط السمية سيكون كالخط (ب) ، حيث لا ترتفع درجة تحمل الأفراد ذوى القدرة الأكبر على تحمل المبيد ، في حين تكون نسبة الأفراد الأكثر حساسية قد نقصت .



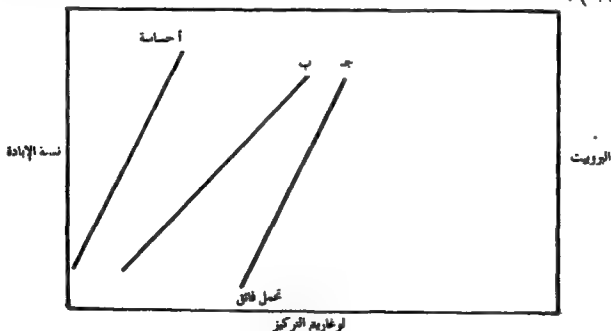
لوغاريتم التركيز

شكل (١٦ - ١) : خطوط السمية تبين التحرك من المقاومة إلى إنعكاس المقاومة والعكس .

٤ - إذا وجدت بالسلالة نسبة ضئيلة من الأفراد ذوى التحمل الفائق

مع استمرار الضغط الانتخابى بالمبيد تزداد نسبة الأفراد ذوى التحمل الفائق . و فى النهاية يصبح الجميع ذوى تحمل فائق ، وتزداد قيمة LD50 ، من ٢ - ٩ أمثال (أقل من عشرة أمثال ، والتي تمثل بداية المقاومة ، ويكون ميل الخط (ج) مماثلاً لما كان عليه فى حالة السلالة الحساسة شكل (١٧ - ١) .

(١٧) .



لوغاريتم التركيز

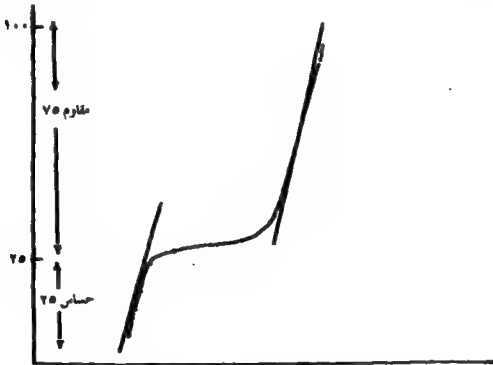
شكل (١٧ - ١) : خط السمية للسلالة الحساسة والسلالة التى بها نسبة قليلة ذات تحمل فائق

٥ - إذا كانت الأفراد المختبرة خليطاً من أفراد حساسة وأخرى مقاومة

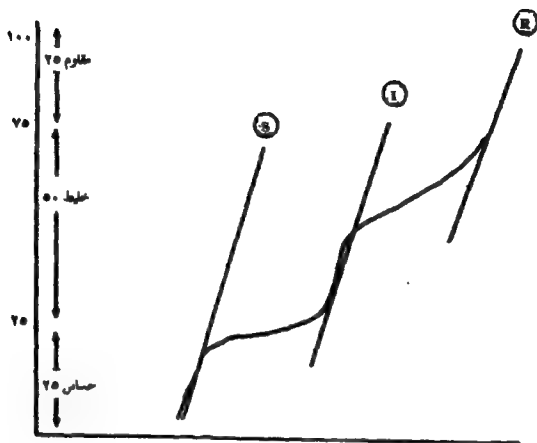
كما سبق ذكره أنه لكي نحصل على علاقة خطية بين لوجوليم تركيز المبيد ودرجة الاستجابة بالبرويت يلزم أن تمتاز العشيرة بصفة القتال النسبي ، وهي تتبع في ذلك منحني التوزيع المعتدل وهذا يظهر بوضوح في حالة السلالة الحساسة وحالة السلالة الشديدة المقاومة ، ولكن تحتوي السلالات الموجودة في الطبيعة على خليط من أفراد حساسة وأخرى مقاومة ، وذلك نتيجة لاستعمال المبيدات .

وفي مثل هذه العشائر إما أن تكون صفة المقاومة سائدة شكل (١ - ١٨) ، حيث نجد أن الأفراد المختلطة في تركيبها الوراثي لجين المقاومة تماثل الأفراد المقاومة في تحملها للمبيد ، أو تكون صفة المقاومة متنحية ، وهي تماثل الأفراد الحساسة .

وهناك رأي مخالف يشير إلى أن المقاومة ليست سائدة تماماً أو متحية تماماً ، ولذا .. فإن الفرد الهجين ذا التركيب الوراثي المختلط (سيختلف تحمله إلى حد ما عن الأفراد الحساسة أو المقاومة . وفي هذه الحالة إذا اختبر تحمل عشيرة مختلطة من أفراد حساسة وأخرى هجين ، فإن خط السمية لن يكون مستقيماً ، بل سينثني عند نسبة الوفاة المقابلة لنسبة الأفراد الحساسة في العينة المختبرة . وتتكون هضبة شكل (١ - ١٩) . وفي هذه المنطقة لا تؤدي زيادة تركيز المبيد إلى زيادة نسبة الموت . وإذا وجد أفراد حساسة وأخرى هجين وثالثة مقاومة ، فإن الخط سينثني مرة أخرى عند النسبة المقابلة لمجموع نسبة الحساسات والهجين . وكلما زاد الفرق بين تحمل الأفراد الحساسة والأفراد الهجين أو المقاومة ، كبرت الهضبة المثلثة لذلك .



شكل (١ - ١٨) : السيادة التامة Complete dominance



شكل (١ - ١٩) السيادة غير التامة Partial dominance

Genotype التركيب الوراثي



Phenotype حساس أو RR مفطوم

الآباء Parents

RR x Ss



الجيل الأول F

RS



الجيل الثاني F (Segregation)

	R	R
S	RS	RS
S	SR	SR

(السيادة غير التامة Partial dominance)

SS: RS: RR

بينما تظهر السيادة التامة عند نسبة ١ : ٢ : ١

1: 2: 1

	R	S
R	RR	RS
S	SR	SS

وكمثال لما سبق ما وجد عند دراسة تحمل بعوض الأنوفيليس للدبليدين . فعند محاولة رسم خط مستقيم يمثل العشيرة كلها ، فسيكون هو الخط (أ) ، ولكن إذا رسم الخط الذى يصل النقط السبع ببعضها (ب) ، فسيظهر منحنى وبه هضبة عند نسبة وفاة ٧٩٪ ، فإذا أخذت هذه النسبة للدلالة على نسبة الأفراد الحساسة فى العشيرة ، فإن الثلاث نقط الأولى تمثل الأفراد الحساسة التى تقتل بالتركيزات المنخفضة من المبيد ، حيث لا تؤدي هذه التركيزات إلى قتل أى فرد مقاوم . وتمثل هذه النقط ، كما يظهر فى الشكل (١ - ٢٠) ، حوالى ٤٥ ، ٦٤ ، ٧٥٪ من المجموع الكلى للأفراد الحساسة والمقلومة معاً .

ويمكن تعديل هذه النسبة على أساس تعداد الأفراد الحساسة فقط كالآتى :

٤٥٪ نسبة موت من المجموع الكلى تمثل $= \frac{100 \times 45}{79} = ٥٦.٣٣٪$ تقريباً من الأفراد الحساسة فقط .

٦٤٪ نسبة موت من المجموع الكلى تمثل $= \frac{100 \times 64}{79} = ٨١.١٣٪$ تقريباً من الأفراد الحساسة فقط .

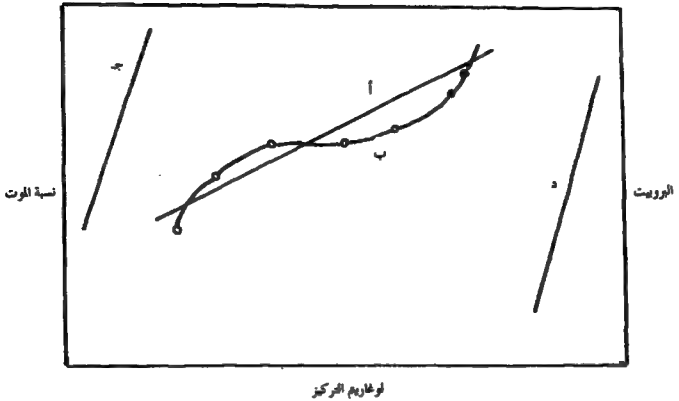
٧٥٪ نسبة موت من المجموع الكلى تمثل $= \frac{100 \times 75}{79} = ٩٥.٠٦٪$ تقريباً من الأفراد الحساسة فقط .

وبهذا يمكن تمثيل نسبة الموت فى الأفراد الحساسة فقط بالخط (ج)

ويمكن رسم خط السمية للثلاث نقط الأخيرة على أساس أنها تمثل موت كل الأفراد الحساسة (٧٩٪) ، مضافاً إليها نسبة أخرى من الأفراد المقاومة . وعلى هذا تصحح نسبة الموت للثلاث نقط الأخيرة (ابتداء من انثناء الخط مرة أخرى) على أساس طرح نسبة الأفراد الحساسة من النسبة الكلية ، حتى تبقى لنا نسبة الأفراد المقاومة ، وهى تمثل (١٠٠ - ٧٩ = ٢١٪) ، فمثلاً النقطة الأولى بعد انثناء الخط مقابلة لحوالى موت بنسبة ٨٠٪ بطرحها من ٧٩٪ = ١٪ ، وهو يمثل $= \frac{100 \times 1}{21} = ٤.٧٦٪$ وفاة من الأفراد والنقطة الثانية ٨٦٪ من المجتمع الكلى ، أى حوالى

٧٪ ، وهو يمثل $= \frac{100 \times 15}{21} = ٧١.٤٣٪$ وفاة من الأفراد المقاومة ، والنقطة الثالثة ٩٤٪ من المجتمع الكلى ، أى حوالى ١٥٪ وهو يمثل $= \frac{100 \times 15}{21} = ٧١.٤٣٪$ وفاة فى الأفراد المقاومة ،

وبالتالى فإن خط السمية للأفراد وحدها سيكون الخط (د) . إذا تكونت هضبة واحدة تكون سيادة كاملة للجين Complete dominance of R gene ، وإذا تكونت أكثر من هضبة يعتبر هذا سيادة غير كاملة Partial dominance of R gene .



شكل (١ - ٢٠) : خطوط السمية لمجموع حشرى من إنثاء بعوض الأنوفيليس معرضة لمبيد البديلدين

٦ - إذا عرضت الحشرات لمبيد مضاف إليه عامل منشط

العامل المنشط هو عبارة عن مادة كيميائية غير سامة إذا أضيفت للمبيد تزيد من سميته . ومن أمثلة المنشطات (Sulfoxide- Sesamine Oil- Bucarpolate- Piperonyl butoxide) وقد ترجع طريقة فعل العامل المنشط إلى قدرته على زيادة معدل تحلل المبيد أو تنشيط الإنزيم الهادم للمبيد ، أو زيادة نسبة المبيد الذى تلتقطه الحشرة . ويمكن قياس نسبة التنشيط (درجة التنشيط) Synergistic ratio (S. R.) ، أو Degree of synergism ، أو قد يسمى معامل السمية المشتركة Cotoxicity Coefficient وفقاً للمعادلة التالية :

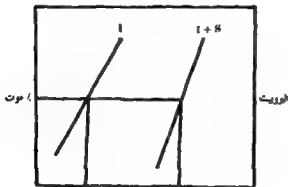
$$S.R. = \frac{LD_{50} \text{ of Insecticide alone}}{LD_{50} \text{ of Insecticide synergist}}$$

إذا كان ناتج $S \cdot R =$ واحداً صحيحاً يقال إن التأثير إضافي Additive

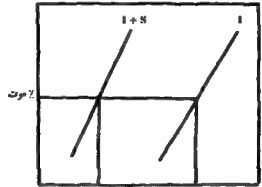
إذا كان ناتج $S \cdot R =$ أقل من واحد صحيح يقال إن التأثير متضادى Antagonism

إذا كان ناتج $S \cdot R =$ أكثر من واحد صحيح يقال إن التأثير تشبتي Synergism

وهناك معياران يؤخذان في الاعتبار عند تقييم المنشطات هما قيمة LD_{50} والميل .. ، حيث تفيد قيمة LD_{50} ، في تحديد فعل إضافة المادة المنشطة للمبيد هل هي تحدث تشبتي أم تضاداً ، فكلما قلت قيمة LD_{50} — كنتيجة لإضافة المادة المنشطة — دل هذا على حدوث تشبتي ، بينما زيادة قيمة LD_{50} ، نتيجة إضافة المنشط تدل على حدوث التضاد شكل (١ — ٢١) . أما الميل ، فهو يفيد في معرفة طريقة تأثير المنشط فمثلاً إذا كان العامل المنشط يخفض من سرعة هدم المبيد نتيجة لتشبيط الإنزيم المهادم له ، فإن خط السمية للمبيد والمنشط معاً يكون ذا ميل أكبر من ميل خط المبيد منفرداً ، ويرجع ذلك إلى أن الحشرات المختبرة أصبحت أكثر تحاسناً بالنسبة لتحملها للمخلوط عن المبيد منفرداً ، حيث تصبح الأفراد المقاومة للمبيد نسبياً كالحشرات الحساسة نتيجة تأثير العامل المنشط في تشبيط الإنزيم المهادم للمبيد . أما إذا كان العامل المنشط يزيد من معدل تآكل المبيد ، أو زيادة نسبة المبيد الذي تلتقطه الحشرة ، فإن ميل الخط في المخلوط يكون موازياً لميل خط المبيد منفرداً . وتفسر ذلك أن عمل المنشط هو رفع نسبة المبيد الذي تلتقطه الحشرة ، أى التعريض لتركيز أعلى من التركيز المبيد منفرداً شكل (١ — ٢٢)

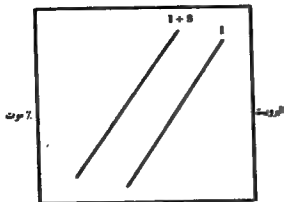


تأثير متضادى



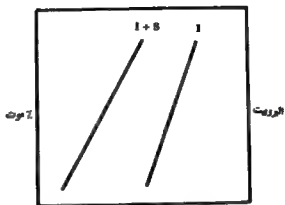
تأثير تشبتي

شكل (١ — ٢١) : التأثير التشبتي والمتضادى للمبيد المضاف إليه عامل منشط



لوغاريتم التركيز

النشط يزيد من معدل تخطل المبد
(الميل مواز في الحالتين)

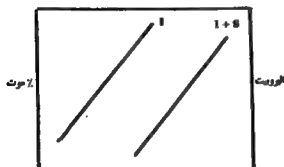


لوغاريتم التركيز

النشط يعمل على تثبيت النظام الإنزيمى
المادام للميد أى يزداد الميل
(تتأثر الأفراد الحساسة والمقاومة بتأثيرها للميد)

شكل (٢٢ - ١) ميل خط المبد وعلاقته بالنشاط الإنزيمى والتخلل .

ملحوظة : يمكن من معرفة الميل تقييم فعل المادة المنشطة عند إحداثها لظاهرة التضاد بنفس النظام السابق كما هو موضح فى شكل (٢٣ - ١) .



لوغاريتم التركيز

النشط يعمل على خفض تركيز المبد الذى
الحشرة ، أو الذى يتخلل الحشرة (الميل مو . ١
الحالتين) .



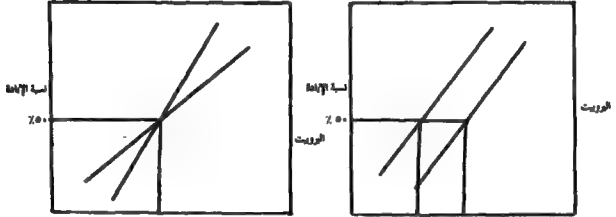
لوغاريتم التركيز

أى أن النشط يعمل على تثبيت النظام الإنزيمى المادام
للميد (فعل تضادى) . ويزداد (تتأثر المقاومة
والحساسية .

شكل (٢٣ - ١) : ميل خط المبد وعلاقته بالنشاط الإنزيمى والتخلل .

هل توجد علاقة بين تساوى قيم LD₅₀ وطريقة تأثير المبيد

للإجابة على هذا السؤال ينبغي أن يؤخذ في الاعتبار أن قيمة LD₅₀ ، هي معيار لكفاية المركب في إحداث الأثر السام . أما طريقة تأثير المبيد فتحكمها قيمة الميل ، فتوازي الميل يعنى تساوى طريقة التأثير ، وعدم توازيه يعنى اختلاف طريقة التأثير شكل (١ - ٢٤) .



لوغاريتم التركيز
طريقة التأثير مختلفة رغم تساوى قيم LD₅₀ في
الحالتين ،

لوغاريتم التركيز
طريقة التأثير واحدة رغم اختلاف قيم LD₅₀ في
الحالتين ،

شكل (١ - ٢٤) : العلاقة بين قيم الجرعة القاتلة النصفية وطريقة التأثير .

Joint action

٧ - في حالة مخلوط من مبيدين (الفعل المشترك)

يفيد الميل في معرفة طريقة التأثير ، فإذا كان العامل المقوى Potentiator مبيداً آخر ذا طريقة فعل مختلفة ، فإن ميل الخطوط يكون مختلفاً . ويقال على هذه الحالة التأثير المستقل للفعل المشترك Independent or dissimilar joint action ، أما إذا كان العامل المقوى مبيداً آخر له نفس طريقة الفعل ، فإن الميل يكون واحداً في الخطوط ، أى تكون الخطوط متوازية . ويقال على هذه الحالة التأثير المشابه للفعل المشترك Dependent or similar joint action . شكل (١ - ٢٥) .

٨ - اختيار المبيد الحشري للتطبيق الحقل

Selection of an insecticide for Field application

عند إجراء تجارب التقييم الأولى للمبيدات الحديثة تحت ظروف المعمل تجرى عمليات التحليل الإحصائي لاستخراج مستوى سمية المبيدات تحت الاختبار . وقد أشار Sun عام ١٩٦٦ إلى وجود علاقة بين مستوى الكفاءة العملية للمبيدات والجرعات اللازمة للتطبيق الحقل . ومن المعروف أن الآفة أكثر تحملاً للمبيد تحت الظروف الحقلية ، ولذا .. فإن الجرعة الحقلية أو معدل التطبيق الحقل يكون تقريباً حوالى ١٠ أضعاف قيمة الكفاءة السمية للمبيد تحت الظروف العملية . وحتى يمكن الوصول إلى معدل التطبيق يلزم إجراء العديد من التجارب الحقلية ، وهذه عملية مكلفة اقتصادياً . وقد قام Sun بإجراء التجارب العملية لتقدير الكفاءة النسبية لمجموعة من المبيدات ضد عدة أنواع من الآفات مع توحيد طريقة المعاملة ، ثم قارنها مع معدلات التطبيق الفعالة لهذه المبيدات تحت الظروف الحقلية ، والتي حصل عليها من المراجع . وتم تمثيل النتائج على ورق لوغاريتمى للدراسة مدى الارتباط . وقد أظهرت نتائج أن خط الانحدار الذى تقع فيه النقاط الممتدة يظهر العلاقة التالية :

$$\text{Log. } Y = a + b \log. X$$

حيث إن X = معدل السمية فى المعمل .

حيث إن Y = معدل الجرعة المستخدمة فى الحقل .

وقد أوضحت النتائج أن قيمة $a = ٠,٠٠٤١$ ، وقيمة $b = ٠,٤٨٧٥$.

وقد طبق Sun هذه المعادلة لتحديد معدلات استخدام المبيدات ضد خمسة أنواع من الآفات . وأظهرت النتائج معدلات عالية من الإبادة لهذه الآفات فى الحقل . ويمكن تطبيق هذه المعادلة على المبيدات الحشرية الحديثة تحت نظرية « من أنبوبة الاختبار إلى الحقل » . وتعتمد صلاحية هذه العلاقة على مدى انعكاس التقييم المعمل على كفاءة المبيد تحت الظروف الحقلية .

٩ - التنبؤ بحالة السلالة فى المستقبل

مع ملاحظة ميل خط السمية وقيمة LD_{50} ، لسلالة ما باستمرار تعرضها لمبيد معين عند مكافحتها فى الطبيعة يمكن معرفة مدى حدوث أى تغير فى درجة تحمل السلالة للمبيد المستعمل . ويمكن أيضاً معرفة سبب تغير تحمل السلالة للمبيد ، بمعنى أن يعرف ما إذا كان التغير راجعاً إلى تحول السلالة من الحساسية إلى التحمل الفائق ، أو نتيجة وجود أفراد مقاومة حقيقية للمبيد . وفى بعض الأحيان يمكن حساب نسبة الأفراد المقاومة إلى مجموع الأفراد فى العشيرة المختبرة ، فيعرف مدى التغير المتوقع لحدوثه مستقبلاً .

إذا قدرت سمية مبيدات مختلفة على نوع من الحشرات جمعت من الحقل ، وذلك قبل استعمال هذه المبيدات لأول مرة فى المنطقة ، ثم رسم خط السمية ، فإن ميل الخط يساعد على التنبؤ بسرعة

تكوين السلالة المقاومة لأي من المبيدات المختبرة ، فكلما قل ميل خط السمية ، دل ذلك على إمكانية تكوين السلالة المقاومة بشكل أسرع ، حيث يمثل ميل الخط مدى تماثل أو تماثل المجموعة من حيث تحملها للمبيد . وانخفاض الميل يعنى قلة التجانس ، أى وجود نسبة من الأفراد المقاومة مع الأفراد الحساسة . وبالطبع إذا تماثلت طريقة توريث المقاومة ، فإنه كلما زاد عدد الأفراد المقاومة ، لمبيد ما في الطبيعة قبل استعماله لأول مرة ، كان تكوين السلالة المقاومة له أسرع . وعدم التعرف على أى فرد مقاوم للمبيد لا يعنى أنه لن تتكون سلالة مقاومة له ، وذلك لأن نسبة جين المقاومة قد تكون منخفضة في العشيرة ، فيصعب العثور على الفرد المقاوم ، ولذلك فإنه يحسن إجراء الاختبار على عدد كبير جدًا من الأفراد ، واستعمال تركيزات مرتفعة من المبيد ، حتى يمكن العثور على الأفراد المقاومة .

وتتوقف سرعة تكوين سلالة مقاومة لمبيد ما على توزيع الجين المسبب للمقاومة ، فكلما زاد توزيعه ، أسرع ذلك من تكوين السلالة المقاومة . ويمكن التنبؤ بهذه السرعة بالتحليل الوراثي للعشيرة قبل استعمال المبيد لأول مرة . وبعد معرفة نظام توريث المقاومة وعدد الجينات المتحركة في وراثة المقاومة لمبيد ما أدى ذلك إلى ببطء تكوين السلالة المقاومة .

تاسعاً : التقييم الحيوى لبعض الاتجاهات الحديثة فى مكافحة

Chemosterilants

(أ) المعقمات الكيميائية

Fecundity

١ — تأثير المعقم الكيميائى على الكفاءة التناسلية

وفقا للمعادلة الآتية :

$$\text{النسبة المئوية للموتى للنقص فى الكفاءة التناسلية} = \frac{\text{عدد البيض فى المقارن} - \text{المعامل} \times 100}{\text{المقارن}}$$

Rate of hatchability

٢ — تأثير المعقم الكيميائى على نسبة الفقس

وفقا للمعادلة الآتية :

$$\text{النسبة المئوية للموتى للفقس} = \frac{\text{عدد البيض الذى تم فقسه}}{\text{عدد البيض الموضوع}} \times 100$$

Control of hatchability

٣ — تأثير المعقم الكيميائى على نسبة التحكم فى الفقس

وفقا للمعادلة الآتية :

$$\text{نسبة التحكم فى الفقس} = \frac{\text{عدد البيض الفاقس فى المقارن} - \text{المعامل} \times 100}{\text{المقارن}}$$

Percentage of Sterility

٤ - تأثير المعقم الكيميائي على نسبة المعقم

وفقاً للمعادلات الآتية :

(أ) النسبة المئوية للمعقم الملاحظة = ١٠٠ - النسبة المئوية للفقس (معادلة رقم ٢)

(ب) النسبة المئوية للمعقم المصححة =

$$\frac{\text{النسبة المئوية للمعقم الملاحظة في المعامل} - \text{المقارن} \times ١٠٠}{١٠٠ - \text{المقارن}}$$

Safety factor

٥ - تقدير عامل الأمان

يتم ذلك بعمل خط سمية للمعقم الكيميائي ، واستخراج قيمة LD₅₀ ، ثم عمل خط عقم واستخراج قيمة SD₅₀ ، ثم تطبيق المعادلة الآتية وفقاً لما أشار إليه Borkovec عام ١٩٦٦ .

عامل الأمان الأول (SF₁) = $\frac{LD_{50}}{SD_{50}}$ إذا كان الناتج يساوي (٥) أو أكثر يمكن استخدام

المادة كمعقم ناجح .

Reduction of reproductive potential

٦ - خفض الإقتدار التناسلي

وذلك وفقاً للمعادلة الآتية :

% النقص في الإقتدار التناسلي =

$$\frac{\text{عدد البيض الفاقس في المعاملة} \times \text{عدد البيض الموضوع في المعاملة}}{\text{عدد البيض الفاقس المقارنة} \times \text{عدد البيض الموضوع في المقارنة}} \times ١٠٠$$

Juvenile hormones

(ب) هرمونات الحدالة

١ - Graded Scoring

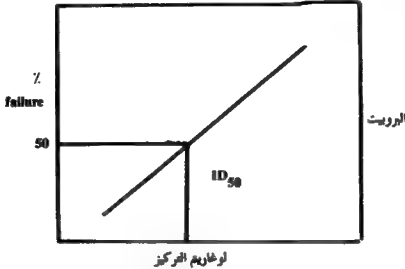
عند معاملة اليرقة أو العنقاء يمكن تقييم وحساب التأثير على التكوين الشكلي Morphogenetic Juvenilization ، أو ما يطلق عليه تقدير الهدف (Score) ، وذلك بضرب عدد العناري أو الحشرات الكاملة في معدل نشاطها الحسائي Numerical activity ratings ، وقسمة الناتج على عدد اليرقات أو العناري المعاملة ، على أساس أن الفرد العادي أو غير المتأثر يأخذ درجة صفر . ويزداد معدل الدرجة بزيادة وحدة التأثير ، ومنها يمكن حساب التأثير الكلي ، وذلك وفقاً لمعادلة RedFern وآخرين عام (١٩٧٠) .

مثال : إذا تمت ثلاث عناري بمعدل ٣ درجات ، و ٧ عناري بمعدل ٤ درجات ، فيكون

$$\text{تقدير الهدف} = \frac{٤ \times ٧ + ٣ \times ٣}{١٠} = ٣,٧$$

Quantal scoring — ٢

قام العديد من الباحثين بتقييم كفاءة هرمون الحداثة المخلق باستخدام الجرعة المؤثرة ، أو (ED₅₀) Effective dose ، وهى الجرعة الكافية لإحداث ٥٠٪ تأثير أو ما يطلق عليه ID₅₀ (Inhibitory dose) ، سواء أكان هذا التأثير فى صورة فشل فى تحول اليرقة إلى عذراء ، أم فى تحول البيض إلى يرقة ، أم فى تحول العنقاء إلى حشرة كاملة عادية عند معاملة العنقاء . ويمكن تمثيل النتائج المتحصل عليها على ورق لوجارىتمى شكل (١ - ٦) .



شكل (١ - ٦) : تمثيل كفاءة هورمون الشباب .

Sterility action

٣ — الفعل التقيىمى

كما سبق ذكره فى تمثيل نتائج المعقمات الكيميائية .

Antifeedants

(جم) : مانعات التغذية

Mortality rate

١ — تقدير نسبة الموت

كما سبق ذكره فى تمثيل نتائج المبيدات

Percentage of starvation

٢ — تقدير نسبة التجويع

يعتبر هذا المقياس أدق المعايير لبيان فاعلية مانع التغذية ، حيث إن طريقة فعل هذه المركبات هى منع الحشرة عن التغذية ، وبالتالى انخفاض أو ثبات وزن الحشرة المعاملة . وفى مثل هذا النوع من التقييم تلزم إضافة معاملة جديدة للتجربة ، وهى وضع يرقات صائمة (غير مغذاة) فى البرطمانات بنفس النظام المتبع فى المعاملات .

وحساب نسبة التجويع تستخذه المعادلة الآتية :

$$\text{نسبة التجويع (\%)} = \frac{100 \times (2 - \frac{p}{m})}{m - p}$$

حيث إن م = المرق في الوزن (قبل وبعد التجربة) في اليرقات المقارنة .

ع = الفرق في الوزن (قبل وبعد التجربة) في اليرقات المعاملة .

ص = الفرق في الوزن (قبل وبعد التجربة) في اليرقات الصائمة .

ويلزم لحساب نسبة التجويع وزن اليرقات قبل المعاملة مباشرة وبعد المعاملة بأربع وعشرين ساعة ، وتقدير الفرق في الوزن ، فمثلاً إذا كان وزن اليرقة ٢٠ ملليجرام قبل المعاملة ، ثم أصبح وزنها عند الفحص ١٨ ملليجرام ، فإن الفرق في الوزن يعادل (٢ - ١٨ ملليجرام) . أما إذا كان وزنها عند الفحص ٢٢ ملليجرام ، فإن الفرق في الوزن يعادل (٢ + ١٨ ملليجرام) .

٣ - حساب المساحة المتأكلة (المستهلكة) Area consumed

يتم حساب المساحة المستهلكة نتيجة لتأثير مائع التغذية بقياس مساحة الورقة النباتية قبل المعاملة على ورق مربعات ، أو باستخدام جهاز البلانيمتر ، ثم قياس المساحة التي استهلكتها بفعل اليرقات بعد المعاملة بأربع وعشرين ساعة ، ثم تحسب المساحة المستهلكة تبعاً للمعادلة الآتية :

المساحة المستهلكة = مساحة الورق قبل المعاملة — مساحتها بعد المعاملة

$$\text{معدل الاستهلاك} = \% \text{Consumption} = \frac{\text{مساحة الجزء المستهلك}}{\text{مساحة الورقة قبل المعاملة}} \times 100$$

ومن المعادلة السابقة يمكن استخراج معدل الحماية نتيجة لفعل مائع التغذية كما يلي :

$$\text{معدل الحماية} = \% \text{Protection} = \frac{\text{مساحة الورقة قبل المعاملة} - \text{مساحة الجزء المستهلك بعد المعاملة}}{\text{مساحة الورقة قبل المعاملة}} \times 100$$

أسس تقدير الكفاءة النسبية لمبيدات الآفات تحت الظروف الحقلية

بعد اجتياز المبيد مرحلة التقييم الحيوى تحت ظروف المعمل وتقدير كفاءته النسبية ، بالمقارنة بالمبيدات الموصى باستخدامها ، يأتي دور التجريب الحقلى Field trial ، حتى يمكن معرفة كفاءة المبيد تحت ظروف التطبيق الحقلى . وفي العادة تبدأ تجارب التقييم الحقلى بمساحات صغيرة . وكلما أثبت المركب قدرته في مكافحة الآفة المستهدفة تزداد مساحة التجريب ، حتى تصل إلى مساحات قد تصل إلى ٥ آلاف فدان ، وهي بداية التطبيق على نطاق واسع للمبيد تحت التقييم .

وتختلف التجربة الحقلية عن البيان العمل فى الحقل ، حيث يعنى الأخير أخذ مساحتين من الأرض تعامل إحداها بالمبيد المقترح ، بينما لاتعامل المساحة الأخرى وتترك كعقارنة Check . أما التجربة الحقلية الحقيقية ، فيجب أن تتم تحت ظروف إصابة متائلة إلى حد ما في المكررات المستخدمة .

العناصر الواجب توفرها لإجراء الاختبار الحقلى للمبيدات

- ١ — يجب توفر الاهتمام الشخصى الكامل للباحث بحيث يشرف على جميع مراحل العمل بنفسه إشرافاً كاملاً
- ٢ — اختيار المشرفين على التجربة من بين الأخصائيين المدربين تماماً من الذين يمكن الاعتماد عليهم لخبراتهم السابقة بمثل هذه التجارب .
- ٣ — توفر الكفاءة الكاملة فى الأدوات والآلات المستخدمة ، مثل آلات الرش والتعفير ، كما يجب أن يكون معلوماً على وجه الدقة سرعة تصرف المبيدات رشا وتعفيراً من هذه الآلات .
- ٤ — توفر الموقع المناسب للتجربة .
- ٥ — الإلمام بالمعلومات الدقيقة عن حياة وبيئة الآفة مجال المكافحة ، وعلاقة ذلك بالطريقة المثل لاستخدام المبيد .
- ٦ — إذا كانت التوصيات المترتبة على نتائج التجربة الحقلية سوف يكون لها تطبيق واسع النطاق Large scale application ، فإنه يجب توفر ضمان الحصول على نتائج يعتد بها ، ولتأكيد ذلك يجب تكرار التجارب لمدة سنوات ، مع زيادة المساحة التى تجرى عليها التجربة Semi large scale . وفى كل عام يجب توجيه الاهتمام نحو تحديد التوقيت المناسب للتطبيق Proper timing . ويمكن تحديد التوقيت الصحيح للمعاملة بحيث يتفق مع نقطة الضعف فى تاريخ حياة الآفة .
- ٧ — لتقدير نتائج التجربة الحقلية يلزم الحصول دائماً على عينات لتقدير الأثر النسبى ، واختيار النظام المناسب لقياس مدى السمية ، وكذلك تحديد الطرق الدقيقة لأخذ العينات . وعموماً .. يتم تقييم الكفاءة النسبية للمبيدات بمقياس نسبة الإبادة (Mortality %) ، مثل تقييم كفاءة المبيدات ضد دودة القطن ، أو بمستوى إصابة الآفة (infestation %) ، مثل تقييم كفاءة المبيدات ضد ديدان اللوز .
- ٨ — أخيراً .. فإن تقييم النتائج يجب أن يتم بالوسائل الإحصائية لبيان مدى دلالة الفرق بين المعاملات بالمبيدات منسوبة للمقارنة .
- ٩ — بالإضافة إلى تقدير الأثر الفعال للمبيد يجب تسجيل طبيعة ومدى الأثر الجانبية للمركبات المختبرة على النبات Phytotoxicity ، وكذا الأثر الجانبى للمبيدات تحت التقييم على الأعداء الحية . وعموماً .. فهذه التأثيرات تعتبر عوامل محددة لقيمة أى مركب أو طريقة استخدامه .

عاشراً : تصميم التجربة الحقلية

Design of Field experiment

من البديهي أن تتسم التجربة الحقلية ببساطة التصميم ، وخاصة إذا كانت هناك ضرورة لأخذ عينات لتقدير مستوى تعداد الآفة . وفي التجارب التي نحتاج إلى عدد كبير من المعاملات عند تقييم عدد كبير من المبيدات يلزم أن تكون النتائج المطلوب تقديرها أقل ما يمكن . وغالباً ما يكون مثل هذا النوع من التجارب غير مجيد ، خاصة إذا كانت الاختلافات في كمية المحصول غير مرتبطة بتعداد الآفة . ومن هنا يفضل أن يكون عدد المعاملات في التجربة الحقلية أقل ما يمكن ، وذلك بالاختيار الجيد للمعاملات بناء على تجارب التقييم الحيوي المعملية . أما إذا زادت المعاملات ، فلا بد من توفير مساحة أكبر من الأرض ؛ مما يزيد من مخاطر التباين الواسعة في طبيعة الأرض وغيرها من العوامل التي لا يمكن التحكم فيها ، وهذا يقلل من دقة النتائج ، مما يزيد من صعوبة إجراء مقارنات دقيقة بين المعاملات المختلفة . وهناك مجموعة من العوامل القياسية يلزم أن تؤخذ في الاعتبار عند تصميم التجربة الحقلية .

١ - الصيغ الأساسية

عند اختبار مجموعة من المبيدات ضد آفة ما ، فإن كل مبيد يسمى متغيراً أو وحدة اختبار . وهذا المتغير يرش في قطعة يطلق عليها قطعة Plot . ومن المعروف أن المبيد يكرر في التجربة عدة مرات ويرمز للمساحة التي تحتوي على كل هذه المتغيرات بالشرطة أو Block . وغالباً ما يستخدم تصميم الشريحة العشوائية Randomized block في تجارب المبيدات مع استخدام ٣ - ٥ مكررات . ويتوقف عدد المكررات على عدد المعاملات ، ومساحة الأرض المتاحة ، وعلى الاختلافات في طبيعة الأرض . ومعظم تجارب المبيدات تتكون من ٢٤ قطعة على الأقل . ومع أن التجارب العملية تحدد الجرعة الحقلية ، إلا أن تحمل المبيد بضوء الشمس والأمطار ومدى نمو النبات قد يؤثر على كفاءة هذه الجرعة ، وعليه .. يجب اختبار أكثر من جرعة تحت ظروف الحقل ، وكذا اختيار عدة أوقات للتطبيق الحقل .

٢ - حجم قطعة الاختبار

Plot size

يجب أن تكون منطقة التجارب محاطة بمحصول غير تجريبي لتقليل تأثير الحواف . وتحديد مساحة قطعة الاختبار في التجربة الحقلية هو الخطوة الأولى لتصميمها عكس تجارب الإنتاج النباقي . ومن الصعب القطع بحجم القطعة في تجارب وقاية النبات ، إذ أنه لا يمكن وضع قواعد محددة لتحديد مساحة القطع ، لأن اختلاف الظروف من حالة لأخرى ، ومن عام لأخر ، ومن موقع لآخر ، يحتم تفاوت حجم قطعة الاختبار وفق مقتضيات الظروف ، فمثلاً يلزم أن تكون القطعة صغيرة في حالة عدم توفر البنور ، والمواد ، والأرض ، والقوى البشرية ، رغم أن النتائج المتحصل عليها تكون

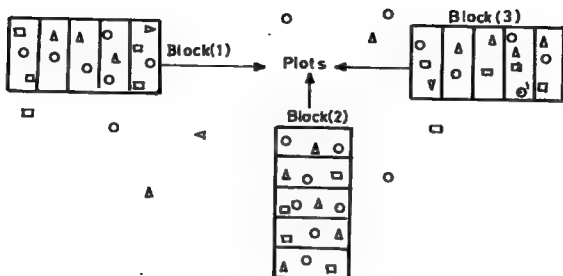
محدودة الفائدة . أما القطع الكبيرة جداً ، فقد تكون مفيدة في مصائد الفرومونات وبعض معاملات المبيدات (الأيروسولات) ، وفي هذه الحالة نجد أن تكرار المعاملة يكاد يكون مستحيلاً . وعموماً . يمكن وضع قواعد عامة يتحدى بها . ففى تقييم تجارب وقاية النبات نجد أن تقدير نسبة الإصابة أو الإبادة هي معيار فاعلية المبيدات المختيرة ، لذا يلزم توفر التجانس بين كل قطع التجربة من حيث مستوى الإصابة . وقد يكون هناك تفلوت في الإصابة نتيجة الاختلاف في انتشار الآفة بين قطع التجربة . وعموماً .. كلما زادت مساحة القطعة ، قل التفلوت في معدلات الإصابة وانتشار الآفة . ولا يمكن اقتراح حد أدنى لحجم قطعة الاختبار يعرض التفلوت في كثافة الإصابة ، وإنما المهم هو توفر الحد الأدنى للإصابة فوق أقل عدد من النباتات (١٠ ٪ في حالة ديدان اللوز) . وتزداد إمكانية الحصول على نتائج دقيقة كلما كبر حجم العينة . وعموماً .. فقد اتفق على أن الحد الأدنى لحجم قطعة الاختبار في مجال وقاية النبات يقع ما بين ٢٥ م^٢ (٥ × ٥) ، ١٠٠ م^٢ (١٠ × ١٠) . ومن المهم ألا يزيد حجم قطعة الاختبار كثيراً ، وذلك لأن القطع الصغيرة الحجم أسهل في معالمتها بطريقة متجانسة ، بالإضافة إلى خفض تكاليف العمل ، والقوى البشرية ، والمخزير اللازم للتجارب .

Plot shape

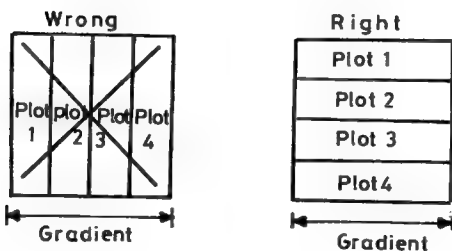
٣ - شكل القطعة

يتميز تصميم الشرائح العشوائية ذات الحجم المتساوية وبساطة التصميم . ويمكن توجيه الشريحة في الحقل وفقاً لمدى التدرج في تسميد الأرض ، أو وفقاً لمستوى الظل ، أو رطوبة التربة ، أو مناطق تواجد الحشائش (كما في الشكل ١ - ٢٦) . وعليه .. فإن الحقل الذى يتميز بالتدرج الطولى يجب أن تكون شرائحه عمودية مع هذا التدرج (كما في الشكل ١ - ٢٧) . ويمكن ترتيب الشرائح لتفادى نقص بعض المساحات في التسميد . وعند عدم معرفة التوزيع السمادى لمساحة الأرض يفضل أن تكون البلوكات مربعة ، أو تصميم مربع لاتينى (كما في الشكل ١ - ٢٨) . وغالباً ما يكون التصميم اللاتينى Latin-square design أفضل من الشرائح العشوائية ، وذلك في حالة قلة عدد المعاملات (٤ - ٧ معاملات) . ولا تعطى المربعات الصغيرة عدداً كافياً من درجات الحرية إلا إذا تم تكرار المربعات . وعموماً .. فإن المربعات الكبيرة غير عملية ، حيث إن عدد التكرارات يجب أن يكون مساوياً لعدد المعاملات . ومما لاشك فيه أن الشرائح ذات الاتجاهين (كل معاملة موجودة رأسياً وأفقياً) تكون مفيدة في التغلب على الاختلافات الحقلية شكل (١ - ٢٩) .

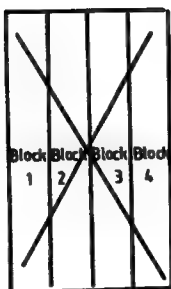
في تجارب المبيدات نجد أن العامل المهم ينحصر في تلافى تأثير التفلوت في درجة الإصابة بين القطع المختلفة في التجربة ، وأيضاً فإن تأثير الحواف من العوامل المخلدة للشكل الأمثل لقطعة الاختبار ، فعند إجراء عملية الرش نجد أن احتمال اندفاع سائل الرش إلى القطع المجاورة في القطع المستطيلة يكون أكبر من المربعة ، لذا .. فالشكل المربع يفضل المستطيلات في تجارب المبيدات ، على أساس أن هناك نواة مركزية في كل قطعة يمكن الحصول منها على أساس دقيق لتقييم نتائج المعاملات .



شكل (١ - ٢٧) : ترتيب الشرائح والقطع في المناطق المصانة بالحشائش .



شكل (١ - ٢٨) : توجية القطع داخل الشريعة لتقليل تأثير عدم التجانس في التسميد .



شكل (١ - ٢٩) : ترتيب الشرائح على شكل مربعات فلبو الإمكان حينما لا يعرف التوزيع السمادي في الأرض .

E	C	B	A	D
A	D	C	B	E
B	E	A	D	C
D	A	E	C	B
C	B	D	E	A

شكل (١ - ٣٠) : مثال لمربع لاتيني خمس معاملات وخمس مكررات .

ومن الأخطاء الشائعة فصل كل قطعة عن التي تجاورها بمشاية عريضة ؛ إذ يؤدي ذلك إلى اتساع مساحة التجربة ، مما يزيد احتمال التلوث في نسبة الإصابة . يكفي ترك شريط حول أطراف المرات التي تحيط بالتجربة . وتستبعد هذه المساحات الفاصلة عند أخذ القراءات .

Check

٤ - المقارنة

يجب أن يؤخذ في الاعتبار وجود منطقة غير معاملة للمقارنة ، ولا يجب أن تكون هذه المنطقة منفصلة عن منطقة المعاملات لاختلاف نوع التربة والأمطار التي تؤثر على نمو النبات ، وبالتالي مستوى الآفة . ويمكن ترتيب القطع غير المعاملة بشكل نظامي Systematically داخل منطقة التجارب . ولا يمكن مقارنة القطعة المعاملة مباشرة بالقطعة المجاورة لها في تجارب المبيدات ، إلا إذا كانت القطع صغيرة جداً ، بحيث يمكن حمايتها قليلاً بخاطر تساقط سائل الرش على القطع المجاورة وهناك تصميم نصف نظامي ، بحيث يمكن إدخال القطع غير المعاملة ، بحيث ترتبط مع لوغاريم تركيز المعاملات المستخدمة في صورة محبيات لتقييم المبيدات الحشرية ضد بعض آفات الخضر .

وعموماً .. فإن المناطق غير المعاملة غالباً ما يشار إليها بالقطع المقارنة Comparative plots ، ولو أن الآفة لاتبث مكافئتها في هذه القطع ، ولذا يفضل استخدام اصطلاح Check Plots ، أو القطع غير المعاملة Untreated check . وزيادة عدد القطع غير المعاملة إلى ما يقرب من الجذر التربيعي لعدد المعاملات يساعد في الحصول على نتائج دقيقة ، ولو أنه يحتاج إلى حجم كبير من العمالة . وعند إجراء بعض التجارب الحقلية بغرض تقدير أفضلية المعاملات المختبرة عن المعاملات الجارية يستحسن أن تكون المعاملات القياسية أكبر ما يمكن .

Paths

٥ - الممرات

يجب أن تترك مشابيت بين القطع قدر الإمكان ، بحيث تكون حواف القطع واضحة ، حتى يمكن فحص القطع باستمرار وبسهولة . كما تنفذ الممرات عند استخدام الرشاشات الظهرية ، بحيث تسهل الحركة ، وذلك بنزع بعض النباتات بين القطع المختلفة .

Replicates of treatment

٦ - عدد مكررات كل معاملة

من الثابت أن دقة النتائج تدعمها زيادة عدد المكررات بدرجة كافية ، ولكن من ناحية أخرى ... فإن هناك حداً أقصى لعدد المكررات تقترب عنده دقة النتائج ، بينما تكون الزيادة في عدد المكررات عن الحد اللازم مضية للجهد والمال . ويقدر عدد المكررات وفقاً لظروف كل تجربة . وعموماً .. يجب أن تؤخذ في الاعتبار العوامل الآتية عند تقدير عدد مكررات كل تجربة :

(١) مدى الفروق المتوقعة للتأثيرات المختبرة ، فكلما زادت الفروق وضوحاً بين المعاملات أمكن تنفيذ التجربة بعدد قليل من المكررات ، والعكس صحيح .

(ب) الأساس الذى تقاس عليه النتائج : فإذا كانت كمية المحصول هى أساس قياس نتائج المعاملات ، فإن العدد الأمثل للمكررات سيتغلبت من محصول الآخر .

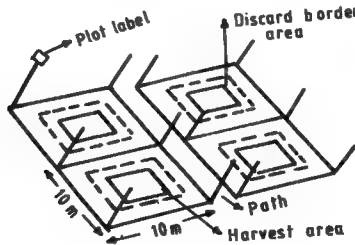
(ج) مدى تجانس مستوى الإصابة : كلما زادت درجة التجانس فى مستوى الإصابة قلت الحاجة إلى زيادة عدد المكررات .

(د) مستوى الإصابة : كلما انخفضت نسبة الإصابة يحتاج الأمر إلى عدد أكبر من المكررات لتوضيح الفروق بين المعاملات . وعموماً .. فإن الحد الأدنى لعدد المكررات هو (٣) لكل معاملة . وإذا اقتضى الأمر توضيح فروق غير واضحة ، فإننا نحتاج إلى عدد مكررات أكثر (من ٦ — ٨ مكررات) .

Sampling area

٧ — مساحة العينات

يعتمد حجم المساحة التى تؤخذ منها العينات بالنسبة إلى القطعة المعاملة على عوامل كثيرة ، مثل : نوع المحصول أو المعاملة — مدى تحرك الآفة — البيانات المطلوبة . وعندما يكون تحرك الآفة عالياً يجب أن تكون المنطقة التى تؤخذ منها العينة صغيرة لتفادى تأثير التداخل بين القطع . وإذا حدد عدد العينات يجب أن تكون القطعة كبيرة نوعاً لتقليل تأثير حركة العاملين داخل المساحة ، وللمساح بفحص أكبر عدد من النباتات . ومن المفيد إزالة النباتات بطول منطقة العينات إذا كان جمع المحصول بالطريقة اليدوية ، حتى يتم الإشراف على العمل بشكل أسهل . ويجب أن تحدد المنطقة التى تقدر فيها كمية المحصول بدقة متناهية ، بحيث تتضمن نصف المسافة بين الصفوف على كل جانب من القطعة . شكل (١ — ٣١)



شكل (١ — ٣١) : منطقة جمع المحصول — منطقة الحواف والممرات فى التجربة الحقلية .

في حالة التجارب الحقلية التي تجري على مساحات كبيرة ، والتي تشتمل على قطعتين فقط يجب أن تصمم المعاملات عشوائياً . وفي حالة تصميم الشرائح العشوائية (إذا كان عدد المعاملات ٦) ، فإننا نأخذ ٦ أرقام عشوائية رأسياً وأفقياً بشكل متصالب .

فمثلاً إذا كان التابع كالتالي :

٢٩٨	١
٦٧١	٢
٤٤٢	٣
٣٨	٤
٦٣٠	٥
٩٦	٦

فإن أرقام المعاملات في المكرر الأول توضع في الترتيب التصاعدي التالي : ٤ ، ٦ ، ١ ، ٣ ، ٥ ، ٢ .

ويكرر ذلك في كل شريحة من التجربة . ويمكن الحصول على الأرقام العشوائية بطريقة التقاط الأرقام من القبة ، أو باستخدام الأرقام الموجودة في الجداول الإحصائية ، أو باستخدام الحاسبات الإلكترونية ، وأحياناً عند استخدام الأرقام العشوائية قد توجد قطع المعاملة الواحدة متجاوزة إذا كانت الشرائح وعددها أربع مثلاً مرتبة في شكل مربع . كما توجد معاملة واحدة في الركن الخارجي للمربع .

٩ — مستوى التركيزات المختبرة من المبيدات

تستهدف تجارب المبيدات قياس كفاءة معدل معين من المبيد ضد آفة ما ، كما تستهدف بيان الصفات المميزة لكفاءة المركب ، مثل : تأثيره الجهلي ، أو مدى ثبات مخلفاته . وأحياناً يتم تحقيق الهدفين في تجربة واحدة . ومن الوسائل التي يعتمد عليها اختبار المعدل الموصى به من المبيد المختبر ، وكذلك نصف الجرعة ، ثم ربع الجرعة في معاملات مقارنة منسوبة للمبيدات المعروفة . وهذه التركيزات المتدرجة يمكن أن تعطى فرصة لمقارنة مدى فاعلية المركبات الجديدة وكفاءتها .

Recording data

١٠ — النتائج المسجلة

عند تخطيط التجربة الحقلية يحدد القائم بالتجربة الدلالات التي يلزم تسجيلها ، وكذا عدد مرات التسجيل . ويقوم غالباً بعض المساعدين بإجراء التسجيلات بعد تدريبهم جيداً . ويلزم تكرار الزيارات المنظمة لإجراء الفحص العلم ، ومعرفة مدى تقدم العمل في التجربة . ويجب أن يتم الحصول على بعض المعلومات الهامة التي قد تغفل بسبب التسجيل الروتيني . وحديثاً توجد نظم جاهزة للتسجيل ومبرجة مع الحاسب الآلي ، وهي تعطى نتائج غاية في الأهمية .

ويجب أن تكون نظم الفحص سهلة وسريعة ، خاصة إذا كان عدد القطع المراد فحصها كبيراً .
 فمثلاً من الصعب حصر تعداد الحلم إذا كان التعداد كبيراً . وفي هذه الحالة تسجل النتائج على هيئة درجات Scoring . ومن الأهمية بمكان قياس مستوى نمو النبات وعلاقته بالإصابة الحشرية ، حيث يختلف الحد المخرج الاقتصادى للآفة باختلاف مرحلة نمو النبات ، كما أن تقدير تعداد الحشرات النافعة ، خاصة الأعداء الحيوية وعلاقته بالمعاملة بالمبيدات ، أمر بالغ الأهمية ، لأنه من الضروري أن يتمتع المبيد المعامل بصفة التخصص ، أى يؤثر على الآفة مجال المكافحة دون سواها . وبم المزارعين في المرتبة الأولى العائد الاقتصادى للمحصول ، ولذا ... فإن منطقة المحصول يجب أن تعزل تماماً .
 ويوزن المحصول بدقة وعناية وفي وقت واحد تقريباً . وفي حالة محصول القطن يجب أن تؤخذ بعض النتائج عن تصافى الخليج ، وصفات التيلة ، والمحتوى البيوكيميائى للبنور .

Statistical analysis

١١ - التحليل الإحصائى لنتائج التجربة

لكل تجربة طريقة خاصة لتحليل نتائجها إحصائياً . والتحليل الإحصائى هو أداة وليس هدفاً في حد ذاته . ويظهر التحليل الإحصائى الفروق بين المعاملات ، ومعنوية هذه الفروق Significance . وكلما زادت دقة التجربة قل الخطأ التجريبي Experimental error . وهما كانت طرق التحليل الإحصائى ، فإنها لاتعنى إمكانية تطبيق هذه النتائج في مناطق أخرى ، أو إمكانية الاعتماد عليها في مواسم قادمة ، إلا إذا اتسع نطاق التجربة مع تكرارها في مناطق أخرى .

Proper timing

١٢ - التوقيت المناسب لعمليات المكافحة بالمبيدات

قد يكون اختيار الميعاد المناسب لإجراء عمليات المكافحة أكثر أهمية من النجاح في اختيار المبيد المناسب . وعموماً .. تجرى عملية المكافحة عند وصول الإصابة إلى الحد المخرج الاقتصادى الذى يختلف من حشرة لأخرى . وإذا ارتفع مستوى الإصابة بالآفة عن هذا الحد دخل في نطاق مستوى الضرر الاقتصادى للمحصول ، وفيه تكون تكاليف المكافحة أكثر من العائد الناتج من عملية المكافحة . وهذه بعض الأمثلة للحد المخرج لبعض الآفات الهامة :

- (أ) يبدأ رش الترس عند وصول الإصابة إلى ١٠ حشرات/ بادرة في المتوسط .
- (ب) عند حدوث حالات الفقس للدودة ورق القطن تجرى عملية المكافحة فوراً .
- (ج) عند وصول مستوى الإصابة ببديدان اللوز ١٠٪ تجرى عمليات الرش الدورى .
- (د) يجرى العلاج الكيمايى للدودة اللوز الأمريكية عند وصول الإصابة إلى الحد المخرج ، وهو ٢٠ يرقة حديثة العمر/ ١٠٠ نبات .

يعتمد نجاح التجارب الحقلية على التخطيط الدقيق لها . كما يجب ترتيب وسائل المواصلات إلى منطقة التجارب . ويجب أن يكون هناك تمويل كاف لهذه التجارب . ومن الضروري التخطيط المبكر حتى تنجح التجارب الحقلية ، بحيث يتم توفير الأجهزة والأدوات والمواد ووسائل نقلها إذا كان الأمر يتطلب شراءها من بلد آخر . وبعد إعداد الأجهزة والأدوات والمواد يلزم تدريب القائمين بالعمل ، ونهارة المنطقة التي تجرى فيها ، حتى تتم مناقشة المشاكل التي قد تعترض سير التجربة على الطبيعة . وإذا تم اختيار المنطقة يجب رفعها على خريطة ، كما يجب إجراء الزيارات الدورية خلال التنفيذ للتأكد من نجاح تنفيذ التخطيط .

برنامج تجارب اختبار فاعلية المبيدات الحشرية ضد آفات القطن في مصر أولاً : آفات باذرات القطن

تجارب الرش : تجرى التجارب في أربع شرائح . وتمثل كل شريحة جميع المعاملات ، على أن تكون لكل تجربة مقارنتان (واحدة داخلية ، والثانية خارجية بعيدة عن التجربة) ، وعلى أن تكون التجربة على هيئة شريحة تقل مساحتها عن أربعة قرانط ، وتتخذ منها ٤ مكررات .

ميعاد الزراعة : خلال شهر مارس .

ميعاد الرش : تبدأ عمليات الرش للحقول قبل منتصف مارس وأبريل ، وفي الحقول المزروعة بعد منتصف مارس ، حوالى منتصف أبريل ، على ألا يبدأ الرش في جميع الحالات قبل أن يصل تعداد الترس إلى خمسة أفراد على البادرة الواحدة ، وعلى أن ينتهى الفحص قبل الساعة التاسعة صباحاً .

طريقة الرش : الرش بالرشاشات الظهرية ذات الضغط الثابت سعة عشرين لتراً ، والمزودة ببشور واحد مخروطي ، وذلك على أساس تخفيفه بكمية من المبيد المراد استخدامه مع حوالى ٢٠٠ لتر ماء للفدان ، أو برشاشات المصانع الحربية ذات الستة بشاير مع ٢٠٠ لتر ماء ، أو بموتور (سلو) مع ١٢٠ لتر ماء فتحة ٢٠ ، حتى لا يضطر العامل إلى إعادة الرش في قطعة من القطع ، وعلى أن يكون حامل البشاير على ارتفاع ٢٠ سم من النبات .

تصميم التجربة : (أ) تفحص أربعة مكررات (إذا كانت الإصابة غير متجانسة) .

(ب) أما إذا كانت الإصابة متجانسة ، فيمكن بالشرائح ، ولو أنه عموماً تفضل المكررات .

تقدير الإصابة قبل وبعد العلاج وطريقة الفحص

Thrips

أ - الترس

١ - يبدأ الفحص بمجرد الإنبات ، ويكرر كل يومين حتى يصل العدد إلى ٥ حشرات على كل بادرة في المتوسط ، وذلك بانتخاب ٢٥ جورة مختارة عشوائياً ، وبعد ماعليها من الترس (حوريات وحشرات كاملة) ، وذلك بوضع قطعة قماش زغبية (أو قطع قماش دبلان أبيض ٢٠ × ٢٠ سم) (أو ورقة نشاف بيضاء اللون) أسفل نباتات الجورة ، ثم تمز الجورة برفق ثلاث مرات متتالية ليسقط كل ماعليها من حشرات كاملة وحوريات ، وتعد فوراً في الحقل . ويجب أن تتم هذه العملية في الصباح الباكر حتى يمكن الانتهاء منها قبل التاسعة صباحاً ، ويكون العدد ويكرر الفحص كل يومين إلى أن يصل متوسط التعداد إلى خمس حشرات لكل بادرة على الأقل ، وهو العدد المقترح لبدء التطبيق .

٢ - يجرى العد بنفس الطريقة السابقة قبل الرش مباشرة ، ثم بعد ٢٤ ساعة من الرش ، وبعد ٣ ، ٥ ، ٧ ، ٩ ، ١٢ يوماً من الرش .

Aphis

(ب) المن

يجرى فحص المن في التواريخ السابقة .

Spider mites

(ج) العنكبوت الأحمر

يتم الفحص بعد ٣ ، ٧ ، ١٤ ، ٢١ يوماً . ويكون ذلك بعد الحيوانات الموجودة على ٢٥ ورقة لكل مكررة .

طريقة الحساب (في تجارب المن والترس)

١ - في حالة الإبادة الفورية تطبيق معادلة (آيت) ، وهي :

$$100 \times \frac{\text{العدد في المعاملة قبل الرش مباشرة} - \text{العدد في المعاملة بعد الرش}}{\text{العدد في المعاملة قبل الرش مباشرة}}$$

٢ - في حالة الأثر الباقى تطبيق معادلة (هندرسون وتيلتون) ، وهي :

$$\frac{\text{المقارنة قبل الرش} \times \text{المعاملة بعد الرش}}{\text{المقارنة بعد الرش} \times \text{المعاملة بعد الرش}} - 1 \times 100 = \text{الأثر الباقى}$$

ملاحظات على تجارب المن والترس

١ - تسجل بيانات كل آفة على حدة مع الاحتفاظ بالأرقام الخام

٢ - تحسب الإبادة الفورية بعد ٢٤ ساعة من الرش .

- ٣ — الأثر الباقي : متوسط الإبادة بعد (٣ ، ٥ ، ٧ ، ٩ ، ١٢) يوماً .
- ٤ — المتوسط العام : متوسط الإبادة بعد (٣ ، ٥ ، ٧ ، ٩ ، ١٢) يوماً
- ٥ — ترتب المبيدات تنازلياً على أساس الإبادة الفورية ، ومتوسط الأثر الباقي والمتوسط العام .

ثانياً : تجارب دودة ورق القطن

(أ) دراسة التأثير على البيض

- ١ — ينقى الحقل من كل اللطع تماماً في اليوم السابق لإجراء التجربة .
- ٢ — تعلم لطع حديثة الوضع على النباتات بالبطاقات الورقية ، ويكتب على البطاقة تاريخ التعلیم ، وترقم هذه البطاقات ، ويعد حوالي ٢٠ لطة في كل مكرر .
- ٣ — ترش القطن بالمبيدات المخصصة لدراسة التأثير على البيض ، حيث يكون عمر اللطع أقل من يوم (٢٤ ساعة) .
- ٤ — تفحص اللطع المرقمة بعد ٤٨ ساعة من الرش ، وتعد اللطع التي لم تفقس ومات الجنين داخلها ، ولم يحدث له أي نمو (أي لم تسود اللطعة) ، أو تفقس منها يرقات ... ويمكن معرفة ذلك بوجود البيض بنفس اللون الأصفر أو السمنى ، ومبطلط ، أي جف ومات الجنين داخله .

(ب) التجربة المعملية الحقلية على اليرقات

يجرى استعمال المبيدات مخففة مع حوالي ٢٠٠ لتر ماء بموتور الرش قنطرة (٢) تنفيذاً للتجربة ، وعلى أساس كل مادة في شريحة واحدة ، مساحتها لا تقل عن قيراط واحد . وتختار العينات من وسط الشريحة ، على أن يكرر الرش مرتين على الأقل خلال الموسم . وتؤخذ من كل شريحة عينات عشوائية من المنطقة الوسطى للنبات المرشوش ، وتوضع في أكياس ورقية مثقبة ، ثم تنقل إلى المعمل لتغذية اليرقات عليها في المعمل ، وذلك يوم الرش ، وبعد ٣ ، ٦ ، ٩ ، ١٢ يوماً من الرش (على أن يستعمل الكيس أكثر من مرة واحدة) ، وعلى أن يعتبر يوم الرش (صفراً) ، واليوم التالي بعد ٢٤ ساعة من الرش هو اليوم الأول .

توضع عينات الأوراق المرشوشة في برطمانات جافة سعة رطل ، بكل منها عشر يرقات من العمر الثاني ، أو خمس يرقات من العمر الرابع ، على أن تكون التغذية في كل حالة لمدة ٢٤ ساعة فقط ، ثم تقدر نسبة الإبادة وتصحح بطريقة آتوت . ويجب ألا يقل عدد المكررات في كل معاملة عن خمس تحتوى على ٥٠ يرقة عمر ثان ، أو عشرة مكررات تحتوى على ٥٠ يرقة عمر رابع .

ترتب المبيدات بعد ذلك حسب شدة فعاليتها ونسبة الإبادة المتحصل عليها ترتيباً تنازلياً .

(ج) منظمات النمو واخلط البطيعة المفعول (تجربة معملية حقلية على البرقات)

يجرى استعمال الخلاط مخففة مع ٤٠٠ لتر ماء والرش بالموتور . تجمع عينات أوراق القطن الطازجة المرشوشة بالمبيدات يوم الرش ، وتقدم إلى برقات العمر الرابع والثاني (١٠ برقات عمر ثان \times ٥ مكورات) ، (٥ برقات عمر رابع \times ١٠ مكورات) . تؤخذ أوراق جديدة مرشوشة بعد ٢٤ ساعة (تقدم لنفس البرقات ونفس اليرطمان) . توضع أوراق جديدة غير مرشوشة بعد ٤٨ ساعة ، و ٧٢ ساعة من الرش ، وفي اليوم الرابع بعد الرش ، بما في ذلك يوم الرش توضع أوراق جديدة غير مرشوشة . وفي اليوم الخامس بعد الرش تقدر نسبة الإبادة ، وتسمى هذه بالدورة الأولى . يجرى نفس النظام في الدورة الثانية والثالثة (مدة كل دورة خمسة أيام) . تفحص البرقات بعد كل دورة ، وتعد البرقات الحية والميتة ، وكذا البرقات المنسلخة . يراعى في هذه التجربة استعمال برطمانات سعة ٢ كيلو ، وتغير البرطمانات يومياً وتطهر جيداً بالفورمالين تركيز ٥ في الألف .

يعمل جدول نهائي توضح به (الإبادة الفورية بعد ٤٨ ساعة من التغذية على الأوراق المأخوذة يوم الرش) . وفي نهاية الخمسة أيام الأولى من التغذية لكل من العمرين الثاني والرابع ومتوسط الإبادة الفورية للعمرين معاً . يحسب الأثر الباقي للعمر الثاني أو الرابع ، وذلك لمتوسط كل من الخمسة أيام الثانية والخمسة أيام الثالثة من التغذية (الدورة الثانية والثالثة) ، كما يحسب المتوسط العام للإبادة الفورية ، وكذا المتوسط العام للأثر الباقي .

ثالثاً : تجارب ديدان اللوز القرنفلية والشوكية

تختار أقطان مزروعة مبكراً (أوائل مارس) لإجراء التجربة . مساحة القطعة التجريبية للمعاملة الواحدة لاتقل عن قيراط \times ٤ مكورات . وتؤخذ العينات من وسط القطعة . ويستحسن وجود فواصل بين القطع التجريبية وبعضها ، وبين البلوكات وبعضها إن أمكن ، عدد الرش ٣ رشات ، بين كل رشنة والأخرى أسبوعان . يبدأ الفحص من أول يولييه . وتبدأ عملية الرش عند وصول الإصابة إلى ٥ ٪ فأكثر . الرش بالموتور مع ٤٠٠ لتر ماء للقدان ، أو بالرشاشة الظهرية مع حوالي ٣٠٠ لتر ماء للقدان ، أو بالموتور سولو مع حوالي ١٥٠ لتر ماء للقدان . تقدر نسبة الإصابة قبل الرش كل ٣ أيام باختيار عينات من اللوز الأخضر الكبير الحجم الموجود على النباتات . وعندما يتم الرى تؤخذ العينات أسبوعياً من النصف العلوى من النبات من اللوز الكبير عشوائياً ، على أن تؤخذ العينة بالسير في اتجاه قطرى الحقل ، بحيث تؤخذ العينة بالسير في نظام ثابت في اتجاه هذين القطرين كاملين ، ولا يقتصر على أجزاء منها . ويستحسن أن يشترك شخصان على الأقل في أخذ كل عينة ومكررتها . ولا يجب أن يقل عدد اللوز عن ٢٥ لوزة في كل مكرر ، وذلك من وسط القطعة التجريبية . ويجرى فحص كل لوزة خضراء ظاهرياً ، وتشرح كل لوزة تشرحاً طويلاً بطول الفواصل

بين فصوص اللوز ، وتفحص القشرة الداخلية لجدار اللوزة للتعرف على أى تغيير فى أنسجتها ينشأ عن ثقب أو انتفاخ من الداخل .

ويجدر التمييز بين الندبات الناتجة عن الإصابة بالبق ، وتلك الناتجة عن إصابة الأعمال الرقية الأولى لدودة اللوز القرنفلية ، فالأول يكون انتفاخاً سليماً خالياً من الثقوب أو البراز أو اليرقات . أما الثانى ، فغالباً ماتوجد بداخله اليرقة الحديثة الفقس ، أو برازها ، أو ثقب أحدثته عند اختراقها لهذا الانتفاخ متجهة إلى داخل اللوزة . وأحياناً يوجد بهذا الانتفاخ ثقب يدل على تحوال اليرقة فى بشرة القشرة الداخلية قبل دخولها إلى أنسجة اللوزة . وعند وجود أى مظهر من مظاهر الإصابة السابق ذكرها بالقشرة الداخلية فيجب أن نتابع الإصابة داخل محتويات اللوزة للتوصل إلى مكان وجود اليرقات ، على أن تقدر نسبة الإصابة بكل من دودى اللوز ، ثم تقدر نسبة الإصابة بهما معاً ، وكذلك تعد اليرقات فى كل حالة بأعمارها المختلفة .

طريقة الحساب لديدان اللوز

- ١ — يؤخذ متوسط الإصابة فى كل قطعة متخصصة للمعاملة قبل الرش ، بما فى ذلك المقارنة .
- ٢ — تفحص القطع فحصاً واحدة بعد الرش الأولى .
- ٣ — تحسب متوسطات الإصابة بديدان اللوز (اعتباراً من الفحص السابقة مباشرة للرش الثانية) ولاتدخل فى الاعتبار القراءات السابقة لبدء الفحص ، وذلك فى حالة كل ميد (بما فى ذلك المقارنة) كمعاملة طول الموسم .
- ٤ — تستبعد تماماً المبيدات التى تعطى متوسط نسبة إصابة أعلى من المقارنة ، أو مساوية لها .
- ٥ — ترتب المبيدات المتبقية تصاعدياً حسب المتوسط العام لنسبة الإصابة طوال الموسم (اعتباراً من الفحص السابقة مباشرة للرش الثانية) ، دون أن تدخل فى الاعتبار القراءات السابقة لهذه الفحص .
- ٦ — توضع نسبة الإصابة بديدان اللوز فى الفحص الأخيرة فقط للاسترشاد بها .

اللوز المصاب (قبل أو بعد الرش) هو

- ١ — الذى به ندب قمتها بنية اللون فى الجدار الداخلى للوزة (ويؤكد ذلك البحث عن اليرقة الحديثة اليضاء) ، فإذا كانت اليرقة موجودة تحت البشرة (تحسب كإصابة) ، وإذا لم تكن اليرقة موجودة (لاتحسب العينة كإصابة) .
- ٢ — الذى به ثقب أو أكثر (فتحة خروج اليرقات المكتملة) تحسب الثقوب كإصابة ولاتلغى .

٣ — الذى به (آثار تجول الرقة وبرازها) الآثار البنية على الجدار الداخلى للوزة .

٤ — الذى به (البرقات) داخليا .

مقترحات لتعديل بروتوكول تقييم فاعلية المبيدات ضد آفات القطن

أولاً : عناصر التقييم

يتضمن التقييم الحيوى مجموعة من الاختبارات المحددة نسحكم على صلاحية المبيد وكفاءته تجاه آفة ما . وحتى يكون الحكم صادقاً وحقيقيا فلا بد من تناول مجموعة من العناصر الإيجابية والسلبية للمبيد ، أو ما يسمى المنافع Benefits والمخاطر Risks ، وإذا كانت قيمة المنافع أكبر من المخاطر يجاز المبيد الكيمىائى للتطبيق . وتتضمن المنافع الكفاءة النسبية للمبيد تجاه الآفة مجال المكافحة . أما المخاطر ، فهي تشمل التكلفة التقديرية المباشرة ، بالإضافة إلى التكاليف غير المباشرة (مثل الأثر الضار الجانبي على النبات — الأثر السام على الأعداء الحيوية والنحل — الأثر الضار على صحة الإنسان) . ووصولاً للتقييم الحقيقى لكفاءة المبيد يلزم أن يؤخذ فى الاعتبار جميع العناصر الإيجابية والسلبية للمبيد . ومن الملاحظ أن عامل الترجيح للإجازة والتوصية بالمبيد هو التكلفة النقدية للمبيد ، بالإضافة إلى كفاءة النسبية ضد الآفة المستهدفة ، وهذا أمر يحتاج لإعادة نظر .

ثانيا : التحضير لإجراء تجارب التقييم الحيوى معمليا

هناك عناصر أساسية لابد من توافرها للإعداد لهذه الاختبارات . ومن الملاحظ عدم وجود نظام موحد لتربية دودة القطن فى جميع محطات البحوث المشاركة فى تجارب التقييم . وقد يعزى إليها بعض التضارب فى النتائج المتحصل عليها ، ولذا من الضرورى أن ينص البروتوكول الصادر من لجنة التوصيات على أسس التربية النموذجية (من حيث نوع الغناء ، ومعدل التزامح ، والإشارة لنوع السلالة هل هى حقليّة أم معمليّة) . وضرورة التأكيد على دقة اختيار العمر والوزن واستبعاد الأفراد المريضة أو المشوهة أو الحديثة الانسلاخ ، وكذا ضرورة الإشارة إلى أنه فى حالة زيادة نسبة الموت فى المقارنة عن ١٠% ، تعد التجربة مرة أخرى .

ثالثا : توحيد الفترة من وقت المعاملة حتى تقدير نسبة الإبادة ضد يرقات دودة ورق القطن

ترتفع نسبة الإبادة كلما طالّت الفترة من وقت معاملة الحشرة بالمبيد حتى تقدير نسبة الإبادة . ومن هذا المنطلق يلزم توحيد فترة التعريض فى اختبارات المبيدات المنفردة ، بالمقارنة باختبارات مخاليط المبيدات مع منظّمات النمو الحشرية ، حيث تنال المخاليط فى تقييمها ميزة نسبية كبيرة لانتاجها المبيدات المنفردة ، وهى إطالة فترة تعريض اليرقات للغناء المعامل لمدة ٤٨ ساعة ، بالمقارنة بـ ٢٤

ساعة للمبيدات المنفردة تحت دعوى إظهار الفعل البطيء لمنظمات النمو الحشرية . والحقيقة تشير إلى إبقاء اليرقات المغلدة تحت الفحص لفترة أطول عن المبيدات المنفردة لإظهاراً لفعل المنظمات النمو الحشرية . و لا يحتاج الأمر لإطالة فترة التغذية على أوراق القطن المرشوشة . ولعل هذا الأمر دفع معظم شركات المبيدات للاتجاه لعملية الخلط استناداً لميزة التعريض الطويل لغذاء معاملة ، والتي تعطى صورة أكبر من الحقيقة عن قدرة المخلوط على الإبادة .

وفيما يلي تصور مقترح لتقييم فاعلية مخاليط المبيدات الحشرية ومنظمات النمو ، ويعتمد على الأسس التالية :

- ١ — انخفاض مدة الدورة من خمسة أيام إلى ثلاثة أيام ، بحيث تصبح خمس دورات بدلاً من ثلاث .
- ٢ — التعريض للغذاء المعامل (أوراق القطن المرشوشة) لمدة ٢٤ ساعة في كل دورة بدلاً من ٤٨ ساعة .
- ٣ — التساوى مع المبيدات المنفردة في فترات التعريض لأوراق القطن المرشوشة على النحو التالي (صفر - ٣ - ٦ - ٩ - ١٢ يوماً من الرش) .

ويعمى النظام المقترح بما يلي

- ١ — تساوى زمن التعريض لأوراق القطن المرشوشة في كل من المبيدات المنفردة ومخاليط المبيدات مع منظمات النمو الحشرية (لمدة ٢٤ ساعة)
- ٢ — تساوى مرات التعريض لأوراق القطن المرشوشة في كل من المبيدات المنفردة ومخاليط المبيدات مع منظمات النمو الحشرية (خمس مرات صفر ٣ ، ٦ ، ٩ ، ١٢ يوماً من الرش) .
- ٣ — الفترة المتاحة لمنظم النمو الحشرى حتى يظهر تأثيره هي ثلاثة أيام ، وهي فترة كافية تماماً إذا أخذ في الاعتبار أن الفترة بين أى انسلاخين لا تزيد عن ذلك .

وابعا : عناصر تقييم مخاليط المبيدات ومنظمات النمو الحشرية

ضرورة تقييم مكونات المخلوط منفردة ، بالمقارنة بالمخلوط ، حتى يمكن التحقق من مدى الفعل المشترك لمكونات المخلوط ، فعملية الخلط ليست هدفاً في حد ذاتها ، وإنما الأثر المقوى للخلط هو المطلوب من الناحية الاقتصادية .

خامساً : دراسة تأثير المبيدات على البيض :

تعتمد وسيلة التقييم الحالية على التغير اللوني لبيض دودة ورق القطن ، على اعتبار أن اللطعة التي لم

يتغير لونها بعد المعاملة بالمبيد تحتر مينة : وقد يكون ذلك جائزاً عند استخدام الزيوت البترولية . أما مع استخدام المبيدات الفوسفورية العضوية والكارباماتية والبيروثرويدات ، فإن الجهاز الحساس المستهدف للمبيد يكتمل تكوينه في معظم الأحيان بعد المرحلة الوسيطة من النمو الجنيني ، وغالباً في المراحل المتأخرة منه ، حيث يختص بأجهزة فسيولوجية معينة (نظام إنزيمى مرتبط بالجهاز العصبي مثلاً) . ومن هنا المنطلق نجد أن التغير اللوني لا يعتبر معياراً للتقييم إذا كان التأثير يحدث في المراحل المتأخرة من النمو الجنيني (في هذه المرحلة يسود لون اللطعة) ، وإنما المعيار الحقيقي هو حدوث القفص من عدمه ، بصرف النظر عن التغير اللوني . ولعل البعض يغالى في حساب التأثير المتأخر لمبيدات البيض بحساب نسبة تحول اليرقات الخارجة من البيض المعامل إلى عنارى .

سادساً : تقييم فاعلية المبيدات ضد ديدان اللوز

١ — ضرورة الاعتماد على المحتوى اليرق ، حيث إنها تعطي صورة حقيقية عن حجم الإصابة ومستوى الضرر .

٢ — إعادة النظر في الحد الحرج ، وهو ١٠٪ ، حيث إن الحد الحرج يرتبط بالتكاليف الاقتصادية لعملية المكافحة . وتقييم مدى أهمية وإقتصادية الرش الوقائي .

٣ — محاوله إيجاد وسائل لتوجيه المكافحة تجاه الحشرة الكاملة وقدرتها على وضع البيض ، وهو الأساس ، لأن الطور المعرض الوحيد للمبيدات هو الطور اليرق الأول بالنسبة لديدان اللوز القرنفلية ، والذي لا يستغرق وجوده على اللوزة أكثر من ١٢ ساعة ، بالإضافة إلى طور البيضة .

٤ — ضرورة إجراء دراسات لتقييم فاعلية المبيدات الحشرية ضد بيض دودة اللوز القرنفلية ، وهو الطور الرئيسى الذى يجب أن توجه إليه المكافحة .

سابعاً : تقييم فاعلية المبيدات ضد آفات البادرات

١ — إعادة النظر في الحد الحرج للمن والترس ، بحيث يكون ٨ — ١٠ أفراد لكل بادرة بدلاً من ٤ — ٥ .

الفصل الثانى المكافحة الزراعية

أولاً : مقدمة
ثانياً : أهم وسائل المكافحة الزراعية

الفصل الثانى

المكافحة الزراعية . Cultural Control

أولاً : مقدمة

قد تؤدي أى تغيرات فى المعاملات الزراعية فى إطار النظم البيئية الزراعية للنبات إلى تغير خصائص نباتات المحصول وبيئته . وقد تؤثر هذه التغيرات بدورها على مدى جذب النباتات للآفات ، ثم مدى ملائمة هذه النباتات والبيئة المتعلقة بها للآفات . وقد أمكن على مدى أزمان طويلة التوصل إلى مجموعة من المعاملات الزراعية التقليدية التى تساعد فى مكافحة الآفات . وقد لا يسفر إدخال إحدى المعاملات الزراعية الجديدة ، أو تعديل معاملة زراعية — عن تأثير فوري على مجموعة الآفات ، غير أن الآثار الكاملة لمثل هذه التغيرات قد تظهر بعد سنوات عديدة من المواءمة بين مجموعات الآفات وبين العناصر الأخرى فى النظام البيئى الزراعى .

تعنى المكافحة الزراعية تهيئة الظروف البيئية حتى تبدو بشكل غير مناسب للآفة ، وذلك إما بإحداث خلل فى قدرتها التناسلية ، أو بالتخلص من عوائلها الغذائية ، أو بتهيئة الظروف المناسبة لأعدائها الحيوية حتى تقضى عليها . وتعتبر هذه الوسيلة من أقدم طرق المكافحة ، وهى واسعة الانتشار والتطبيق داخل نظام IPM ، حيث لاحظ الفلاح من قديم الزمان أن بعض العمليات الزراعية التى يجرها بغرض تحسين إنتاجية المحصول أيضاً تفيد أيضاً فى مكافحة الآفة بطريقة غير مباشرة . ويعتمد نجاح تلك العمليات — إلى حد كبير — على طريقة ووقت تطبيقها ، فمثلاً لوحظ عدم جدوى حرث الأرض فى فترة متأخرة فى الحريف لمكافحة الجحران الأبيض White grub ، وذلك لأن الحشرات فى هذا الوقت من السنة تغوص فى أعماق التربة ، بحيث لا يصل إليها سلاح المحراث ، بجانب صعوبة كشفها على سطح التربة حتى تتمكن منها الأعداء الحيوية ، كما لوحظ أن التأخير فى زراعة بعض المحاصيل يعرضها للإصابة الشديدة بأنواع معينة من الآفات ، مثل تعرض القطن للإصابة الشديدة بديدان اللوز عند التأخير فى زراعته . وبما لا شك فيه أن المكافحة الزراعية تعتبر من أنجح وأرخص طرق المكافحة ، وذلك إذا أحسن تطبيقها .

ثانياً : أهم وسائل مكافحة الزراعة

Ploughing and hoeing

١ - خدمة الأرض (الحرث والعزيق)

يعتبر الحرث أولى العمليات الزراعية التي يبدأ فيها تجهيز مرقد البذرة ، وهى عملية الغرض منها تفكيك الأرض وإثرتها . وتؤثر هذه العملية على الحشرات إما بطريق مباشر ، حيث تقتل الأطوار المختلفة للحشرات فى التربة نتيجة الفعل الميكانيكى لسلاح المحراث ، أو بهدم مستعمرات التل التى تنتقل من جنور النرة أو انفاق الحفار . وقد تؤثر هذه العملية بطريق غير مباشر ، وذلك بتعرض الآفة للعوامل الخارجية غير الملائمة ، أو للأعداء الحيوية ، أو قد تؤدي إلى دفن الآفة على أعماق كبيرة يصعب معها خروجها إلى السطح مرة أخرى ، وخاصة فى حالة عنارى حرشفية الأجنحة ، حيث يتعرض على الفراشات الخروج إلى سطح التربة إذا دفنت العنارى على أعماق بعيدة ، كما تفيد عملية الحرث فى التخلص من الحشائش التى تنرى عليها الحشرات قبل زراعة العائل النهائى المناسب . وتعتبر بؤراً للإصابة بالآفة تنتقل منها لتصيب الثروات الحديثة للمحصول ، ومثال ذلك : العنكبوت الأحمر ، والربس ، والمن ، والدودة القارضة ، والحفار التى تصيب بذررات القطن بعد انتقالها من الحشائش النامية فى حقول القطن .

وبفقد العزيق فى التخلص من الحشائش التى تنمو بين النباتات ، والتى تعتبر مصدراً مباشراً ، وذلك بقتل الحشائش التى تشاركه فى غذائه ، مما يرفع من صفاته ويجعله أكثر تحملاً للإصابة ، قادراً على الإنتاج الوفير ، حتى فى وجودها ، كما يفيد العزيق فى قتل الحشرات أو أحد أطوارها فى التربة نتيجة الفعل الميكانيكى لسلاح الفأس . وعلى سبيل المثال .. يفيد العزيق فى مكافحة الربس على القطن ، وذلك بقتل العنارى فى التربة .

Adjustment of planting date

٢ - تنظيم مهاد الزراعة

تختص بعض الحشرات فى البنور من وقت تكوينها أو تخزينها حتى وقت زراعة المحصول الجديد ، ولذا يجب انتقاء البنور السليمة لضمان خلو المحصول من الإصابة قبل زراعته . وفى المناطق التى تعتبر فيها دودة اللوز القرنفلية مشكلة خطيرة ، يمكن تأخير موعد زراعة القطن للاستفادة من الخروج الانتجارى لفراشات الآفة قبل ظهور الأجزاء الثمرية على نبت القطن ، كذلك فإن التأخير فى زراعة النرة يعرضها للإصابة الشديدة بالثاقبات ، كما تحول الزراعة المبكرة دون إصابة الفول السودانى بمن الفول ، وبالتالي تمنع الإصابة الفيروسية ، كما أن الزراعة المبكرة للدخان تضادى إلى حد كبير الإصابة بالمن . وعلى العكس من ذلك .. فإن الزراعة المبكرة للشعير الشوى تعرضه للإصابة الشديدة بالمن فى فصل الخريف . وفى مناطق كثيرة من العالم ، والتى يتم فيها تحديد ميعاد الزراعة مع سقوط الأمطار ، تؤدى الزراعة المتأخرة إلى نقص العائد من المحصول رغم غياب الإصابة بالآفات ، حتى مع إضافة تكاليف مكافحة التى تم توفيرها إلى عائد المحصول . وقد يؤدى تغير الظروف البيئية إلى اختلاف حدوث هذه المظاهر .

تعتبر من أقدم الطرق وأوسعها انتشاراً للحد من مشاكل الآفات ، حيث إن عزل الآفة عن عائنها النباتي بزراعة محصول آخر مفضل لها يعتبر من أهم عناصر التحكم المتكامل للآفات ، خاصة لتلك الآفات التي تتغذى مكافحتها بالطرق الأخرى ، مثل آفات التربة حيث إن معاملة التربة بالكيميائيات تعتبر عملية باهظة التكاليف ، بالإضافة إلى انخفاض تأثيرها وإمكانية حدوث أضرار جانبية للتربة ، ولذا تنجح مكافحة النيماتودا من خلال التطبيق الأمثل للدورة الزراعية .

وفي العادة يتبع المزارع الدورة الزراعية بفرض الحفاظ على خصوبة التربة ، إلا أن إجرائها قد يعمل على انخفاض الإصابة بالآفات التي تنتشر على محصول ما ، ولكن يصعب عليها الاستمرار بنفس الكثافة العددية على محصول آخر لاحق ، خاصة إذا كان يتبع عائلة نباتية مختلفة ، مثل تعاقب النجيليات مع البقوليات . والدليل على أهمية الدورة الزراعية أن تغفير بعض المحاصيل يؤدي إلى إصابتها الشديدة بالآفات التي تغذى عليها ، وذلك نتيجة لاستمرار تواجد عائنها المفضل .

وهناك بعض الأبحاث والتطبيقات التي تشير إلى أن وجود بعض الدورات الزراعية المفيدة في القضاء على بعض الآفات قد يساعد في نفس الوقت على انتشار آفات أخرى . وعموماً .. فإن الدورات الزراعية غالباً ما تكون فعالة على الآفات ذات العوامل النباتية القليلة ، والتي تتميز بقدرتها المحدودة على الهجرة إلى منطقة أخرى ، ومن أمثلة نجاح الدورة الزراعية في مكافحة الآفات أنه أمكن التحكم في تعداد نيماتودا بنجر السكر ، ونيماتودا فول الصويا بولاية كاليفورنيا باستخدام الدورة الزراعية المناسبة . وعموماً .. تنحصر عيوب الدورة الزراعية في مجال مكافحة الآفات في احتمال ظهور بعض آفات ثانوية بشكل رئيسي ، كما قد تكون المحاصيل في ظل نظام الدورة الزراعية فاعلية الأهمية من الناحية الاقتصادية

تعتبر من العوامل الحرجة للمزارع ، فعند نمو الأرز تفضل ثاقبات الساق الشتلات ذات الكثافة القليلة . وعلى العكس من ذلك .. تزداد الإصابة بنطاطات الأرز على شتلات الأرز ذات الكثافة العالية ، كما أن تغطية السطح المعامل بالمبيد تكون أفضل في الشتلات ذات الكثافة القليلة ، بينما تكون كثافة النباتات أعلى عند زيادة مستوى كثافة الشتلات . وعموماً .. تفضل أن تكون المسافات ٤٠×٥ سم ، مع وجود صفوف متوازية للنبات مع خط سير أشعة الشمس ، وذلك لتقليل التظليل والرطوبة النسبية . وتسمح المسافة الواسعة بسهولة فحص النباتات ، وكذا إمكانية المعاملة بالمبيدات إذا لزم الأمر .

أما الموقف الآخر الذي يدعو للحرج ، فهو أن المزارع غالباً ما يستخدم كميات وفيرة من التبنور للحصول على محصول جيد على الوفرة ، وفي نفس الوقت تكون لديه الفرصة لحف النباتات ذات

العو الضعيف . وتؤدي عملية تخطيط الأرض Drilling إلى خفض كمية البنور المستخدمة كتنقلو ، وبالتالي تقل الحاجة إلى خف النباتات ، وفي نفس الوقت تزداد مخاطر موت عدد كبير من البادرات ، أو النباتات نتيجة للإصابة بالآفات .

تؤدي زراعة القطن بكثافة عالية إلى الحد من الفترة الزمنية التي يتاح للحشرات خلالها أن تتغذى على أنسجة الأجزاء الثمرية ، مما يؤدي إلى خفض تكاليف المكافحة خفضاً كبيراً ، كما تؤدي هذه الزراعة الكثيفة إلى أن تفقد دودة اللوز القرنفلية وغيرها من الآفات التي تظهر في وسط أو أواخر الموسم الكثير من خطورتها ، وذلك نظراً لأن قصر فترة الإثمار يقلل إلى حد كبير جداً من فرصة زيادة أعداد الآفات بالقضاء على جيل أو أكثر في كل موسم .

Fertilization

● — التسميد

يؤدي التسميد النتروجيني إلى زيادة المجموع الخضري للنبات وجعل الأوراق غضة ، وهذا ما تفضله الحشرات التي تتغذى على الأوراق . ومن المشاهد ارتفاع مستوى الإصابة بدودة ورق القطن في الحقول التي نالت كميات زائدة عن المعدل العادي من السماد النتروجيني ، إلا أنه من ناحية أخرى .. أظهرت الدراسات أن تسميد القمح بغزارة يساعد على مقاومة الإصابة بالبقعة الخضراء والديدان السلكية .

وتبدو أهمية عامل التسميد في استخدام السماد البلدي الذي يحتوي على مخلفات المحاصيل ، وكذلك بقايا سيقان الذرة والقمح ، والتي قد تحتوي على نسبة كبيرة من الثاقبات التي تخرج فراشاتها لتصيب المحصول في الموسم الجديد . ويعتبر السماد البلدي في هذه الحالة بمثابة ناقل للإصابة الحشرية على المحصول الجديد في الحقول المسددة به ، ولذا تلزم تنقية السماد البلدي من مخلفات المحاصيل بالإمكان .

Plant traps

٦ — المصائد النباتية

ويقصد بها زراعة بعض نباتات من محصول تفضله آفة معينة وسط أو حول زراعات محصول اقتصادي يصيبه تلك الآفة ، وبالتالي تتجذب الآفة إلى تلك النباتات التي تعمل كمصيدة لها . وتنجو الزراعات الأساسية من الإصابة إلى حد كبير ، ثم يجري التخلص من تلك النباتات ، أو مكافحة الآفة كيميائياً ، حتى لا تتحول المصائد النباتية إلى بؤر للحشرات تنتشر منها بأعداد كبيرة إلى المحصول الرئيسي للوقاية من دبور الحنطة المنشاري ، وبهذه الطريقة لا تصل الحشرات إلى نباتات القمح إلا بعدد قليل لا يشكل أي خطورة ، كذلك يمكن زراعة بعض نباتات الذرة وسط حقول القصب لحمايتها من الإصابة بثاقبات الذرة ، كما تزرع أشجار الخوخ في بساتين البرتقال الصيفي لجذب ذبابة الفاكهة .

٧ - إعدام الحشائش ومخلفات المحاصيل Destruction of weeds and Crop residues

تعمل الحشائش ومخلفات المحاصيل كمخاض تسكن فيها الآفة أو أحد أطوارها ، بحيث تصبح مصدراً لإصابة المحصول الجديد أو محاصيل أخرى ، ولذلك فإن التخلص من الحشائش وإعدام مخلفات المحاصيل يعتبر من أكثر العوامل التي تنبئ الإشارة إلى أهميتها ، والتي تفيد بوجه عام في الوقاية من بعض الآفات مثل : الجراد ، والثاقبات ، والديدان القارضة ، وديدان اللوز وغيرها .

وينصح في حالات كثيرة بحرق مخلفات المحاصيل . وتفيد هذه الطريقة في مكافحة دودة اللوز القرنفلية الساكنة في اللوز الجاف العالق بأحطاب القطن . وفي معظم الدول التي تزرع القطن يوجد قانون يحدد تاريخ نزع أو حرق بقايا محصول القطن ، كما تفيد في مكافحة ثاقبات الذرة التي توجد بمخلفات عيدان الذرة والقصب ، كما ينصح أيضاً بحرق الحشائش لقتل الحشرات التي تأوى إليها ، ولا ينصح بإجراء هذه العملية في المراعي الخضراء ، أو بالقرب من الغابات ، لأنه في الحالة الأولى تتأثر خصوبة التربة بعملية الحرق ، وفي الحالة الثانية يخشى من امتداد الحرائق إلى أشجار الغابات . وأحياناً يجري التخلص من النبات المصاب ، مثل : تقليم الذرة المصابة بالثاقبات والتخلص منها ، أو جمع لوز القطن المصاب وإعدامه ، أو تقليم الأفرع المصابة للنباتات والأشجار .

٨ - إقامة الحواجز أو العوائق Barriers

تعمل هذه الطريقة على منع انتقال الحشرات أو أحد أطوارها من مكان لآخر . وقد اتبعت هذه الطريقة في مصر قديماً لمكافحة دودة ورق القطن ، وذلك بحفر الخنادق بين الحقول المتجاورة ، وملؤها بالماء المغطى بطبقة من الكيروسين ، وذلك لقتل يرقات دودة ورق القطن الزاحفة من الحقل المصاب إلى السليم ، أو بعمل بتون من الجير حول زمام الحقل . وقد توضع مادة لزجة حول سيقان الأشجار لمنع بعض الحشرات من تسلقها ، أو وضع النار في أكياس لمنع إصابتها بدودة ثمار الرمان . وفي بعض الحالات قد تغطي البادرات الصغيرة في المشتات أو الصوبات بقماش الموسلين .

٩ - تنظيم الري Water management

ويشمل تحديد ميعاد الري وتنظيم مستويات ومقننات ماء الري ، وكلها عوامل هامة في تنظيم تعداد الآفات . وعموماً .. فإن الأراضي الغدقة أو الجافة قد تجعل حياة الحشرة صعبة أو مستحيلة ، خاصة الحشرات الأرضية . وقد أظهرت بعض الدراسات أن تقليل ماء الري قد يؤخر أو يمنع قفص بيض نيماتودا تعقد الجنذور .

١٠ - التقاوة اليدوية Hand picking

تصلح هذه الطريقة في حالة الحشرات الكبيرة الحجم التي تضع البيض في كتل Egg-masses ، والتي يمكن رؤيتها بسهولة ، ثم جمعها . وهذه الوسيلة تجرى في الدول التي تتوفر فيها الأيدي العاملة

ذات الأجور المنخفضة . ومن أبرز أمثلة النقاوة اليدوية جمع لعل دودة ورق القطن فى مصر ، وذلك خلال شهر يونيو (الجبل الأول على القطن) . ولا يلجأ المزارع إلى العلاج الكيماوى إلا عند الضرورة القصوى ، مثل تعذر النقاوة اليدوية لتشابه النباتات ، أو عند حدوث قفس ، أو ارتفاع مستوى الإصابة (أكثر من ٢٠٠٠ لطفة للقدان) . وفى العادة تضع فراشة دودة ورق القطن بيضها على هيئة لطف لونها مائل للأصفرار على السطح السفلى للورقة ، وخاصة فى حقول القطن المروية حديثاً . وعموماً .. إذا اتبعت هذه الطريقة بالدقة والعناية الكافية ، انخفض تعداد الآفة إلى حد كبير . وفى حالات وجود القفس بكثرة يمكن هز شجيرات القطن بعد فرد أجولة من الحيش أسفلها ، حتى تتساقط عليها اليرقات العالقة بشجيرات القطن ، ثم تجمع وتحرق ، كما يكافح من البازلاء على الرسم فى الولايات المتحدة الأمريكية بإمرار شبكة من السلك على النباتات التى لا يزيد ارتفاعها عن ١٠ بوصات .

Host plant resistance to pest

١١ — مقاومة العائل النباتى للآفة

من الأمور المسلم بها منذ زمن بعيد أن النباتات المقاومة للحشرات تعد وسيلة بالغة الفعالية للحد من خسائر المحاصيل . والواقع أن زراعة الأصناف المقاومة للحشرات تنطوى على الحد الأدنى من تكاليف الإنتاج ، كما أنها لا تؤدى إلى وجود مخلفات من المبيدات الحشرية على الأغذية ، ولا تلوث البيئة ، ولا تضر الحشرات النافعة ، ولا تسبب اختلالاً كبيراً فى التوازن القائم بين الحشرات الضارة أو أعدائها الطبيعية ، بالإضافة إلى أنه يمكن استخدامها بالتكامل مع إجراءات مكافحة الأخرى ، سواء أكانت بيولوجية أم كيميائية أم زراعية أم غير ذلك . ولا تؤثر خاصية المقاومة للنبات فى الآفات الحشرية إلا عند مهاجمة تلك الآفات لها ، غير أن تربية المحاصيل المقاومة للآفات ليس عملية بسيطة ، كما أنها لا تتم بسرعة . ولتحديد العلاقة بين الحشرة والنبات العائل لها نحتاج إلى معرفة النواحي المعقدة لفسيولوجيا الحشرات وسلوكها ، كما يتطلب الأمر معرفة النواحي المورفولوجية والفسيولوجية والخواص الوراثية للنبات . ويضطر الأمر إلى ادماج عدد من العوامل الوراثية ، وزيادة معدلات تواجدها ، حتى يمكن التوصل إلى مستوى المقاومة اللازمة فى معظم النباتات . وبما يؤسف له أن إنتاج سلالة مقاومة لآفة معينة قد لا يعنى بقاء هذه الصفة فى السلالة بحالة دائمة ، كما أن هذه السلالة قد تظل معرضة للإصابة بآفة أخرى .

ولم يعرف حتى الآن تفسير مقبول لمقاومة بعض النباتات أكثر من غيرها للإصابة بالآفة . وقد يعزى ذلك بسبب العوامل المعقدة التى تنظم عملية المقاومة وراثياً ، أو إلى العلاقة بين الآفة والنبات . ولقد استنتج أن ذلك قد يكون مرجعه إلى غزارة الشعيرات على أوراق النبات ، أو صلابة السيقان أو أن عصارة النبات غير مستساغة للحشرة . وعموماً .. تعرف مقاومة النبات للآفة بأنها عبارة عن صفات ، أو خصائص وراثية فى العائل النباتى تؤدى إلى خفض تأثير الطفيل . وقد أشار Russel عام ١٩٧٨ إلى وجود نوعين من المقاومة هما :

Vertical resistance

(أ) المقاومة الرأسية

وتحدث عندما يكون النبات شديد المقاومة لبعض الثغرات أو الاختلافات الجينية في الطفيل (الآفة) .

Horizontal resistance

(ب) المقاومة الأفقية

وهي تعنى استمرار بقاء الصنف مقاوماً للآفة فترة زمنية طويلة ، وهي ما تعرف بالمقاومة الزمنية Durable resistance . ويفضل مربو النباتات المقاومة الرأسية ، خاصة إذا كانت فترة حياة العائل النباتي قصيرة ، وأيضاً إذا أمكن استنباط أصناف جديدة مقاومة في فترة زمنية قصيرة . أما المقاومة الأفقية ، فهي معقدة للغاية ، وتحتاج إلى عملية انتخاب من أعداد كبيرة من النباتات .

وتعتبر الأصناف النباتية المقاومة أو ما يطلق عليها المكافحة الصنفية varietal Control هي حجر الزاوية في مكافحة الآفات . ويمكن أن تتكامل مع غيرها من طرق المكافحة بغية الوصول إلى تعداد آمن للآفة . وقد يحتاج ظهور صنف نباتي مقاوم جديد إلى عدة سنوات من العمل والجهد ، بالإضافة إلى التكاليف المالية الباهظة ، ولذا يشتري المزارعون هذه الأصناف النباتية بأسعار مرتفعة . وقد لا يتطلب الأمر استخدام طرق أخرى للمكافحة عند ظهور صنف نباتي مقاوم للآفة ما ، مما يؤدي إلى خفض التكلفة الكلية لعملية المكافحة ، بحيث تكون وسيلة استخدام الأصناف النباتية المقاومة أرخص في التكلفة من الطرق الأخرى . ومن الجدير بالذكر .. أن بلور الأصناف النباتية الحساسة قد تحتوي على بعض الجينات المقاومة ، الأمر الذي يدعو إلى العناية بها ، حتى يمكن حفظ المواد الجينية المقاومة للمستقبل .

وقد قسم العالم Painter عام ١٩٥١ المقاومة في النبات إلى ثلاثة مظاهر متداخلة تعمل منفردة أو مجتمعة على إكساب النبات صفة المقاومة . وقد عرفت تلك المظاهر بثلاث « بتر » وهي :

١ — عدم التفضيل Non preference .

٢ — التضاد Antibiosis .

٣ — الاحتمال Tolerance .

Non-preference

(أ) عدم التفضيل

ويقصد بذلك عدم تفضيل الآفة لنبات معين ، بحيث تتجنبه ، فلا تقبل عليه لوضع البيض ، أو الغذاء ، أو الاحتباء به ، وذلك لخواصه الطبيعية والكيميائية غير المستساغة ، مما يكسبه مقاومة للإصابة . وهي نوع من المقاومة السلبية ، أي أن النبات لا يتخذ أى نواح إيجابية للإضرار بالآفة . وتتدخل في عملية التفضيل جملة عوامل ، منها عوامل طبيعية ، وتتمثل في الصفات المورفولوجية للنبات وعوامل كيميائية ، فقد توجد في النبات بعض المواد الكيميائية التي تنفر الحشرة ، فيصبح النبات مقاوماً لها . وقد توجد مواد تجذب الحشرة للنبات ، فيصير النبات حساساً لها ، وعوامل

فسيولوجية ، مثل : قدرة الأنسجة النباتية ، وقدرة النبات على التضرع المبكر ، والتأقلم وسرعة العام الجروح .

Antibiosis

(ب) التعاد

يقصد بذلك المقاومة الإيجابية للنبات ضد الحشرة ، وذلك بميله لجرح الحشرة ، أو قتلها ، أو منعها من إتمام دورة حياتها ، أو وضع البيض ، حيث لوحظ ارتفاع نسبة الموت في سوسة الفول المرباة على أصناف الفول المقاومة ، كما لوحظ أن ذبابة الميسيان التي تتربى على سلالة القمح « باوى » تكون أقل حجماً من تلك المرباة على السلالات الحساسة من القمح .

Tolerance

(ج) الاحتمال

ويقصد بذلك مدى قدرة النبات على احتمال الإصابة بالحشرة ، فقد يكون هناك نبات قادر على تعويض ما يفقد من أجزائه نتيجة للإصابة بالآفات . وتتأثر هذه الظاهرة باختلاف الظروف البيئية للنبات ، فقد يكون النبات قادراً على احتمال الإصابة تحت ظروف معينة ، وغير قادر على التحمل في ظروف مغايرة ، فمثلاً .. لوحظ أن سلالات القمح المقاومة تكون أكثر تحملاً في الظروف الرطبة عن الجافة . ويميل البعض إلى تقسيم الاحتمال على أنه مقدرة النبات على وفرة الإنتاج في وجود الحشرة . ولا يمكن الاعتماد على هذا التفسير ، وذلك لأن وفرة الإنتاج تعتمد على عوامل كثيرة من بينها قوة احتمال النبات على الإصابة بالآفات .

كما أشار Emden عام ١٩٧٢ إلى وجود ٩ نظم ميكانيكية تمثل وسائل المقاومة الصنفية ، وهى :

١ — الساقية أو استساغة النبات

Palatability عند وصول الآفة

٢ — الإفراز الصمغى والتام الجروح

Gummosis and wound healing

٣ — التضخم في النمو

Hyper trophic growth

٤ — صلابة الأنسجة

Hardness of Tissues

٥ — إنتاج التوكسين

Production of toxins

٦ — التضاد الغذائى

Nutritional antibiosis

٧ — التأثير على الأعداء الحيوية

Effect on natural enemies

٨ — موت السيج الموضعى

Necrosis

٩ — النمو التعويضى

Compensatory growth

(التعفن)

قد تعمل أكثر من طريقة في صنف نباتى مقاوم . وقد يكون النظام الميكانيكى المقاوم لآفة ما جذاباً أو مفضلاً لآفة أخرى . وحينما توجد مجموعة من الآفات المختلفة في وقت واحد تظهر ضرورة المقاومة الصنفية لهذه الآفات حتى يمكن تقليل استخدام المبيدات ، وتشجيع المقاومة

البيولوجية (الحيوية) . وأبرز مثال على استخدام مكافحة الصنفية في إطار التحكم المتكامل للآفات هو نبات القطن ، حيث تفرز القند الخلوية في أوراق القطن مادة « Gossypol » ، وهي تمنع كثيراً من الحشرات من مهاجمة النبات . وعندما حاول مربي النباتات إنتاج أصناف جديدة من القطن لاغذية تعرض النبات للإصابة بكثير من الحشرات التي تصيب عادة نبات الزرة وبعض المحاصيل الأخرى ، كما أن زيادة مستوى مادة الجوسيبول تعطى مقاومة ممتازة لمجموعة من حشرات القطن منها *Heliothis spp.* وفي نفس الوقت تعمل هذه المادة على جذب سوس اللوز *Anthonomus grandis* .

وقد ظهرت عدة أصناف نباتية مقاومة للجاسيد *Empoasca spp.* في أجزاء كثيرة من قارة أفريقيا ، وتلا ذلك انتخاب عدة أصناف مقاومة لبكتيريا اللبحة *Bacterial blight* . وقد فشلت المحاولات الرامية إلى إنتاج لوز كبير وأوراق ناعمة مع محصول كبير ، وذلك لامتداد فترة المعاملة بالمبيد طوال الموسم . وتحتاج تجارب التربة إلى التكرار ، دون التعرض للمبيدات للتأكد من الحصول على مقاومة للجاسيد عند انتخاب الأصناف ذات المحصول العالي ، أو ذات الصفات الممتازة الثيلة . وفي بعض البلاد التي تزرع القطن تفضل الأصناف ذات الأوراق الناعمة ، حيث إن النباتات التي تتميز بغزارة الشعر تكون أكثر حساسية للذباب الأبيض *Bemisia spp.*

وتحتاج عملية انتخاب أصناف مقاومة على أساس عدم التفضيل *Non preference* إلى إجراء دراسات وأبحاث على نطاق واسع وفي مساحات كبيرة ، حيث تظهر الاختلافات في وضع البيض لحشرة ما في التجارب الصغيرة لتوافر فرصة الاختيار . أما في التجارب الكبيرة .. فإن مجال الاختيار والتفضيل يكاد يكون محدوداً للغاية . وقد لوحظ ظهور بعض الخصائص المورفولوجية في أوراق البامية تسمح بمجموع مفتوح وبراعم مكشوفة لا تعطي الحماية الكافية للآفة من أعدائها الحيوية . وفي حالة المكافحة الكيميائية في هذا الصنف نجد أن هذه الصفات تسمح بنفاذ كميات أكبر من محلول الرش ، مما يزيد من راسب المبيد على القرون وعلى الأوراق أسفل الزهرة ، أي ترتفع قدرة المبيد في إبادة ديدان اللوز .

وقد أمكن استنباط صنف من القطن يتمتع بقصر فترة الزهرة على النباتات ، وبالتالي إذا تم الرش بالمبيدات ، فإن الفترة اللازمة لحماية الزهرة تصبح قصيرة ، كما أن التحكم في ماء الري ومعدلات التسميد يعمل على قصر فترة إنتاج البراعم . وبشكل عام .. فإن النمو الغزير في وجود مستوى عال من النيتروجين يعمل على خفض فترة النمو التي تتعرض للآفة . وتزداد قدرة نبات القطن على تحمل هجوم الآفة المستمر إذا نمت النباتات في تربة بها مستوى من الرطوبة والحرارة الكافية .

وتوجد بعض النظم الميكانيكية للمقاومة التي قد تؤدي إلى خفض إنتاجية محصول القطن . ولهذا يلزم أن تكون المكافحة الصنفية في تلازم مستمر مع طرق المكافحة الزراعية والحيوية والكيميائية . وهناك أمثلة أخرى غير القطن ، فمثلاً استنباط أصناف الأرز المبكرة النضج يؤدي إلى تفادي الإصابة المتأخرة بثاقبات الساق .

تعتمد عملية مقاومة الآفة لفعل المبيد على الضغط الانتخالي . وإذا حدث لحشرة ما ضغط انتخالي عال بفعل مبيد ما ، فإن الحشرات التي تنجو من الموت تكون قادرة على الانتخاب بسرعة . وقد أشار Chiang & French عام ١٩٨٠ إلى أن تحمل النبات للآفة يعتبر وسيلة للمكافحة على المدى القصير ، فمثلاً تسبب دودة جذور الذرة *Diabrotica virgifera* أضراراً بالغة للأصناف الحساسة من الذرة ، كما أن هناك بعض الأفراد التي تتمكن من المعيشة على الأصناف النباتية ذات التحمل . ومع استمرار زراعة الأصناف ذات التحمل قد تتزايد الآفة في التعداد بشكل أكبر من تعدادها على الأصناف الحساسة . وإذا تمت زراعة صنف نباتي مقاوم ، وكسرت فيه المقاومة ، فقد يؤدي ذلك إلى زيادة رهبة في تعداد الآفة ، أو ما يطلق عليه بالكارثة *Catastrophic* . ولذا اقترح العالم Wolfe عام ١٩٨١ زراعة أصناف ذات ثمرجات مختلفة من المقاومة في حقل واحد لخفض انتشار الآفة . وبصفة عامة .. يمكن القول إن هناك بعض النباتات التي تقاوم الإصابة الحشرية . وهناك الكثير من الدراسات والبحوث التي تجري بغرض إنتاج السلالات المقاومة التي تتوافر فيها الصفات الوراثية المحسنة . ويلاحظ أن مقاومة النبات للإصابة الحشرية عملية نسبية ، فقد يتحمل النبات الإصابة المتوسطة ، ثم تنهار مقاومته أمام الإصابة الشديدة . وإلى الآن لم يتم التوصل إلى إنتاج سلالات نباتية مقاومة للآفات الحشرية على نطاق واسع يمثل النجاح الذي أحرزته السلالات النباتية المقاومة للأمراض ، وخاصة الفطرية .

الفصل الثالث

المكافحة الحيوية

أولاً : مقدمة

ثانياً : عناصر المكافحة الحيوية



الفصل الثالث

المكافحة الحيوية

Biological Control

أولاً : مقدمة

استخدم اصطلاح Biological control « المكافحة الحيوية » بواسطة العالم Smith عام ١٩١٩ عند مكافحة الآفات بواسطة الطفيليات Parasites ، والمفترسات Predators ، ومسببات الأمراض Pathogens . وتعنى هذه الطريقة الاستفاداة بالأعداء الحيوية للآفات Natural enemies فى تنظيم تعداد عوائلها . ويمكن تعريفها بأنها الوسيلة التى تهدف إلى استخدام أو تشجيع الكائنات النافعة Beneficial living organisms لتقليل تعداد الكائنات الحية الضارة .

ولعل المكافحة الحيوية تعتبر ظاهرة طبيعية مسبوقة عن تنظيم النباتات والحيوانات ، وهى عنصر أساسى فى كفة الميزان للمحافظة على التوازن الحيوى . ويعتمد نجاح التطبيق على فهم بيولوجى ويبنى لكل من الآفة والكائنات الحية النافعة . وتعتبر المكافحة الحيوية مفتاح نجاح برامج IPM . وتتميز المكافحة البيولوجية بأمانها وثباتها واقتصادياتها . ويجب أن تؤخذ فى الاعتبار أنه من الصعوبة بمكان تطبيق المكافحة الحيوية ضد جميع الآفات ، وقد تنجح هذه الوسيلة فى تقليل تعداد آفة أو عدة آفات ، ولكنها قد لا تكون الوسيلة الفعالة ضد العديد من الآفات الأخرى . وسوف نشير فى هذا الجزء إلى الطفيليات والمفترسات كعناصر هامة فى المكافحة الحيوية . أما مسببات الأمراض ، فسوف تم الإشارة إليها فى باب المكافحة الميكروبية .

قام الصينيون قبل عدة قرون من الميلاد باستخدام الأعداء الحيوية لتقليل تعداد الآفات الحشرية . وفى عام ٣٠٠ بعد الميلاد تمكنوا من إدخال نوع من التمل المفترس لمكافحة الخنافس الناقبة لأشجار الفاكهة ، كما أدخل العرب فى الجاهلية نوعاً من التمل المفترس لمكافحة التمل العادى الذى يصيب نخيل البلح وثماره . وفى عام ١٨٨٩ استوردت الولايات المتحدة فى أول محاولة منظمة للمكافحة الحيوية حشرة أنى العبد روداليا Rodalia cardinalis من أستراليا لمكافحة البق البقعى الأسترالى على أشجار الموالج بولاية كاليفورنيا .

ويرجع تاريخ استخدام لمكافحة الحيوية في مصر إلى عام ١٨٩٢ عندما استوردت الجمعية الزراعية حشرة إلى العيد فيداليا من الولايات المتحدة للقضاء على البق الدقيقى الأسترالى . وقد نجحت هذه الحشرة نجاحاً باهراً وهى تؤدى دورها الآن ، دون الحاجة إلى إكثارها في المعمل . وفى عام ١٩٢٧ أنشأت وزارة الزراعة المصرية معمل أبحاث الطفيليات والمفترسات بالجيزة الذى قام باستيراد حشرة الكرتوبوليس (من أنواع أوى العيد) لمكافحة بق القصب الدقيقى ، كما استخدمت بعد ذلك لمكافحة بق المسكس الدقيقى ، كما تم استيراد طفيل الأفيلينيس *Aphalinus mali* من أمريكا عام ١٩٣٤ لمكافحة من التفاح الصوفى ، كما رُئى في مصر عديد من المفترسات والطفيليات المحلية ، بالإضافة إلى استيراد العديد من الأعداء الحيوية ، وعوالة أقلمتها في مصر . ويساهم بعضها في القضاء على العديد من الآفات . وقد استوردت حتى الآن أعداء حيوية نافعة لمكافحة دودة ورق القطن ، وديدان اللوز ، وثاقبات الذرة ، والقصب ، والمن والبق الدقيقى ، وذبابه الفاكهة ، والحشرات القشرية .

ثانياً : عناصر مكافحة الحيوية

Parasitism

(أ) الطفيل

الطفيل هو أن يعيش كائن حي يسمى طفيل Parasite وبصفة مؤقتة Temporary أو دائمة Permanent على جسم كائن حي آخر (المائل) ، ويسمى تطفلاً خارجياً Ectoparasitism ، أو داخله ويسمى تطفلاً داخلياً Endoparasitism . ويحصل الطفيل على غذائه من المائل . وفى التطفل يلزم طور من أطوار الحشرة « غالباً الطور اليرقى » طوراً من أطوار حشرة أخرى ، ويعتمد عليها في معيشته . ولا يشترط موت المائل نتيجة التطفل ، ولو أنه قد يحدث الموت في أغلب الأحيان . أما الطور البالغ للحشرة المتطفلة ، فيعيش حراً طليقاً ، إلا في حالات نادرة ، وفي هذه الحالة تسلك الحشرة الكاملة طبائع غذائية مختلفة ، فمثلاً يرقة ذبابة التاكينا تتطفل داخلياً على يرقات دودة ورق القطن ، بينما تطير الحشرة الكاملة وتتغذى على رحيق الأزهار . وغالباً ما يكون الطفيل أقل حجماً وقوة ونشاطاً من المائل . ويحتاج الطفيل إلى عائل واحد لتكملة دورة حياته ، ويسمى ذلك بالتطفل الفردي Monoxonous ، أو عائليين على الأكثر ، ويسمى ذلك بالتطفل المختلط Heteroxonous . وقد يصاب المائل بنوعين أو أكثر من الطفيليات في نفس الوقت ، ويعرف ذلك بالتطفل المتضاعف Multiparasitism نتيجة لعدم إمكان أنشئ الطفيل من التمييز بين المائل السليم والمائل الذى سبق التطفل عليه ، وذلك عند وضعها للبيض ، أو قد يصيب فردان من نوع واحد عائلاً واحداً ، ويسمى ذلك بتكرار التطفل Super-parasitism . وقد يتطفل على الطفيل طفيل آخر ، ويطلق على هذه الحالة فرط التطفل Hyper parasitism .

Predatism

(ب) الافتراس

الافتراس هو مهاجمة حشرة ما ، أو أحد أطوارها لحشرة أخرى أو طور من أطوارها والتغلب

عليها ، ثم التغذية عليها . وتسمى الحشرة المهاجمة بالمفترس *Predator* ، والأخرى بالفريسة أو الضحية *Prey* . ويعيش الطور اليرق للحشرة المفترسة حراً طليقاً . وتقتل الفريسة عادة بعد مهاجمتها بفترة قصيرة . وتحتاج الحشرة المفترسة إلى التغذية على عدة أفراد من العائل لتمدها بالغذاء الكافي لاكمال نموها . ولا يقتصر الافتراس على طور اليرقة أو الحورية ، بل قد تكون الحشرة البالغة مفترسة أيضاً ، فمثلاً نجد أن كلاً من اليرقات والحشرات الكاملة لحنفساء الكالوسوما مفترسة ، بينما نجد أيضاً أن يرقات الحنافس المعروفة باسم *Blister beetles* هي الطور المفترس ، بينما تتغذى أطوارها الكاملة على النبات . وغالباً ما يكون المفترس أكبر حجماً وأكثر نشاطاً وقوة من الضحية أو الفريسة .

ويمكن الاستفادة من الأعداء الحيوية بنوعها باستعمال الحشرات المستوطنة من الطفيليات والمفترسات ، وذلك بجمع أعداد كبيرة منها ، وإطلاقها ، أو بترية أعداد منها صناعياً أو تحت ظروف مناسبة ، ونشرها في الحقول عند اشتداد الإصابة المراد مكافحتها ، كما يمكن استيراد الحشرات المتطفلة والمفترسة من مواطنها الأصلية إلى مواطن جديدة ، والعمل على أقلمتها وإكثارها .

(ج) العلاقة بين الحشرة وأعدائها الحيوية

لكل حشرة مواسم للتكاثر والنمو ، تزداد فيها أعدادها ونشاطها ، وبالتالي ضررها على النبات ، كما أن لكل حشرة فترات معينة تقل فيها أعدادها ، وبالتالي ينخفض ضررها . وقد يدخل بعضها في أدوار التوقف العرضي أو البيات أو السكون . وتزداد الأعداء الحيوية بزيادة تعداد الآفة في مواسم النمو والتكاثر والنشاط . وتقوم الأعداء الحيوية بالتغذية على الحشرات ، فتعمل على نقص أعدادها في الطبيعة ، وبالتالي هبوط مستوى تعداد الآفة إلى حد معين . ومتى تناقصت أعداد الآفة ، فإن الطفيل أو المفترس يحرم من عائله أو فريسته ، فيحدث تنافس بين الأفراد على الغذاء المحدود ، ويقل معدل التكاثر ، مما يؤدي إلى خفض تعداد الأعداء الحيوية بانخفاض مستوى الكثافة العددية للآفة .

وتعاود الزيادة في أعداد الآفة ، وذلك ببداية موسم نال للنشاط والتكاثر ، تقابلها زيادة في تعداد الأعداء الحيوية المناهضة لها ، والتي تتطفل عليها أو تفترس أفرادها ، مما يعمل على خفض مستوى تعدادها ، وبالتالي ينخفض مستوى تعداد العدو الحيوى . وتستمر هذه الحلقة من الارتفاع والهبوط . ولا يمكن للآفة أن تتزايد أعدادها باضطراب (أى لا يمكن أن تكون العلاقة خطية بين مستوى تعدادها و مواسم نشاطها على مدار السنة) ، ويرجع ذلك إلى دور الأعداء الحيوية على مستوى تعداد الآفة .

Conservation and Augmentation

(د) حفظ وزيادة الأعداء الحيوية

يتم حفظ وزيادة الكثافة العددية للأعداء الحيوية وفقاً لخطوات علمية مدروسة ، وذلك بغرض

حماية وحفظ تعداد الأعداء الحيوية أو زيادتها إلى الحد الذى يحدث آثاراً اقتصادية ملموسة . ومن أهم الوسائل التى تتبع للوصول إلى ذلك الهدف ما يلى :

١ — إضافة أغذية بديلة إلى البيئة ، وذلك لحفظ وجذب الأعداء الحيوية عندما ينخفض تعداد عوائلها .

٢ — توفير أو تنظيم أماكن إختباء وحماية الأعداء الحيوية ، مثل تجهيز أماكن لها عند حواف الحقول ، أو على الأشجار .

٣ — استخدام أغذية كيميائية متخصصة لزيادة فاعلية الأعداء الحيوية .

وتعمل الأغذية البديلة على زيادة فاعلية الأعداء الحيوية ، وهو اتجاه حديث تم تطبيقه على بعض مفترسات الحشرات والأكاروسات التى تصيب المحاصيل الزراعية . وقد أجريت المعاملة بالنسبة العملية الصناعية (إفراز المن) وجوب لقاح النحل فى صورة أغذية مرشوشة . وأدت هذه المعاملات إلى تكثير وضع البيض لنوعين من المفترسات ، هما : أسد المن ، والخنفس . وأظهرت هذه المعاملات إنخفاض المنّ وديدان اللوز فى حقول القطن المعاملة .

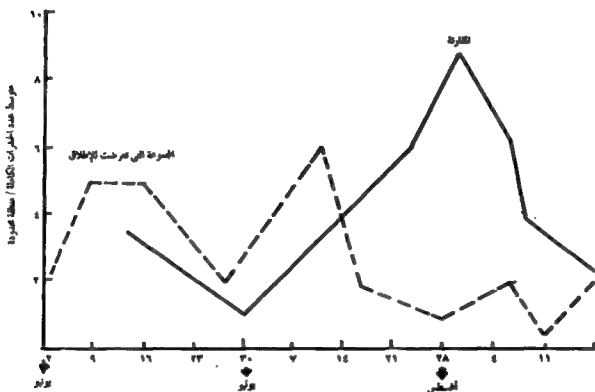
وتتم زيادة تعداد الأعداء الحيوية Augmentation بتوفير أماكن الاختبار والحماية للأعداء الحيوية . ولم تلق هذه الوسيلة الاهتمام الكافى حتى الآن ، رغم أن التجارب التى أجريت عليها أظهرت كفاءتها ضد بعض الآفات ، ففى شمال كارولينا انخفض تعداد حشرة الدخان Tobacco horn worm كنتيجة لتوفير أعشاش وأماكن اختباء الدبور المفترس Polistes على حواف الحقل .

وتجرى عملية حفظ الأعداء الحيوية Conservation ، وذلك باستخدام المبيدات الحشرية المتخصصة باستخدام جرعات منخفضة من المبيد الحشرى لمكافحة الآفة المستهدفة ، أو بمعاملة مناطق محددة من الحقل بالمبيد الحشرى ، حيث يمكن ترك بعض المساحات فى وسط الحقل على شكل شرائط دون معاملة ، على أساس أن يبدأ منها انتشار الأعداء الحيوية ، حتى تعوض النقص فى المساحات التى عوملت بالمبيد ، كما أن اختيار التوقيت المناسب لاستعمال المبيد يمكن أن يحقق تأثيراً اختيارياً على الآفة ، دون التعرض لأعدائها الحيوية . ويتوقف ذلك على معرفة سلوك الآفات وأعدائها الحيوية ودورة حياتها ، ومن ذلك اختيار التوقيت الذى تكون فيه الأعداء الحيوية فى طور غير حساس للمبيدات (مثل طور العنراء) .

Inndative and inoculative releases (هـ) إطلاق الأعداء الحيوية

تعنى عملية تجهيز وإطلاق الأعداء الحيوية تربيتها بأعداد كبيرة ، ثم إطلاقها ، بحيث يتم القضاء على الآفة مجال المكافحة فى فترة زمنية قصيرة ، أو استمرار التربة وتكرار مرات الإطلاق فى حدود أعداد قليلة نسبياً من الأعداء الحيوية ، بحيث يتم تحقيق الهدف بعد عدة أجيال . ويوجد الآن بالولايات المتحدة الأمريكية شركات تتولى تسويق وبيع الأعداء الحيوية للمزارعين ومالكي الحدائق .

ولعل الحفظ الجيد للأعداء الحيوية ، وعدد مرات الإطلاق ، وتوقيت التربية ، والعمر ، واستخدام العدو الحيوى النموذجى من العوامل الهامة فى نجاح مكافحة الحيوية . ومن أهم الوسائل الفعالة فى مكافحة الذباب المنزل إطلاق الطفيل *Spalangia endius* ، وهو يتطفل فى طور اليرقة على عذارى الذباب المنزل . وتم عملية إطلاقه ثلاث مرات أسبوعياً فى مزارع الدواجن بولاية فلوريدا . وقد أدى ذلك إلى خفض تعداد الذباب المنزل إلى الحد الآمن فى خلال ٣٥ يوماً من بداية الإطلاق . والشكل (١-٣) يوضح ذلك .



شكل (١-٣) : تأثير إطلاق الأعداء الحيوية (طفيل الدبور) على تعداد الذباب المنزل فى مزرعة للدواجن .

(و) وسائل تقدير القيمة النسبية للأعداء الحيوية لأفة معينة

١ - إجراء دراسات بيولوجية معملية لتقدير فعالية أحد المفترسات أو الطفيليات بالتعرف على بعض القيم المعينة ، كطول دورة حياته ، بالمقارنة مع دورة حياة الفريسة أو المائل ، ومدى قدرته على الافتراض والتكاثر .

٢ — إجراء دراسات على المفترسات أو الطفيليات في الأقطاص تهدف إلى مقارنة تعدادات محددة من آفة معينة (سواء وضعت بطرق صناعية ، أم جمعت من الطبيعة) في حالة وجود أحد المفترسات أو الطفيليات ، أو في حالة غياب العدو الحيوى .

٣ — إجراء دراسات ميدانية وتجريبية تتضمن تقليل أعداد الأعداء الطبيعية أو استبعادها تماماً وذلك بواسطة المعاملة بالمبيدات (وهى طريق التحقيق بواسطة المبيدات الحشرية) .

٤ — إجراء حصر دورى مستمر في الحقل للحصول على البيانات الخاصة بمدى الإصابة بالآفات ، وكثافة أعداد المفترسات ، ومستويات التطفل .

٥ — الاستفادة من التحليل الانحدارى للبيانات التى جمعت عن طريق المشاهدات الروتينية في الحقل .

٦ — وضع جداول الحياة للحشرات ، وهى الجداول التى تعد بواسطة البيانات المجمعة من الحقل وفقاً لخطة معينة . ويتيح تحليل مثل تلك الجداول التعرف على العوامل المسببة للموت ، كما تبين مدى تأثير مختلف الأعداء الطبيعية . وقد يكون من الأفضل أحياناً مقارنة البيانات التى يتم جمعها تحت مجموعتين مختلفتين من الظروف ، حيث تساعد العلاقات القائمة بين الكائنات التى تقتات على الحشرات في إلقاء مزيد من الضوء على تأثير الأعداء الحيوية .

ومن الضروري إجراء دراسات بيولوجية على كل نوع من أنواع الأعداء الطبيعية الهامة للتعرف على إمكانيات تلك الأنواع ، فمعرفة طول دورة حياة الطفيل أو المفترس ، ومدى اعتماد هذه الدورة على درجة الحرارة ، وعلى العوامل الأخرى الخاضعة للتقلبات الموسمية ، وكذلك معرفة القدرة على التكاثر والافتراس لهما تأثير كبير في تحديد مدى قدرة الطفيليات أو المفترسات في الحد من أعداد عائلها أو فريستها . وحتى في حالة دراسة نوع من الأنواع تحت ظروف صناعية ، فإن ذلك يساعد في فهم مدى فعالية ذلك النوع كعدو طبيعى . وعلى سبيل المثال .. فقد أجريت دراسات مقارنة على أحد مفترسات البيض ، وأحد طفيليات البيض ، وأحد طفيليات اليرقات التى تهاجم دودة ورق القطن الصغرى في بيرو . وعلى ضوء الشواهد المستمدة من الحقل .. قد يكون من الصعب تحديد أى هذه الأعداء الطبيعية هو الأكثر أهمية ، إلا أن المعلومات التى أمكن جمعها عن الصفات البيولوجية لتلك الأنواع الثلاثة أظهرت تفوق طفيليات اليرقة ، حيث تتمتع بعمد قاتل من الأجيال (بمعدل جيلين لكل جيل واحد من الآفة) ، ولا يستغرق تطورها من البيض حتى الحشرة الكاملة سوى ١٤ يوماً فقط . وهى تتوالد بكربها ، بالإضافة إلى أن قدرتها على التكاثر تفوق قدرة كل من طفيل البيض ومفترس البيض .

(ز) مراحل إدخال العدو الحيوى إلى البيئة الجديدة

١ — دراسة الآفة من النواحي البيولوجية والبيئية والفسولوجية ، ومعرفة مدى تأثيرها بأعدادها الحيوية المحلية ، وأنواع هذه الأعداء ، وأثر كل منها على حدة في خفض الكثافة العددية للآفة . في حين تعجز الأعداء الحيوية المحلية في مكافحتها . ومن الصعب الحصول على حكم سريع لدى نجاح العدو الحيوى المستورد في مكافحة الآفة . ومع ذلك .. فإن أثر العدو الحيوى يظهر بشكل ملحوظ في تقليل أعداد الآفة باضطراد من عام لآخر .

٢ — البحث عن الموطن الأصلي للآفة مجال المكافحة ، ودراسة حالتها وأعدادها الحيوية من الطفيليات والمفترسات ، ومعرفة الأسباب التي تحول دون ظهورها كثافة خطيرة . وكذا أنواع الأعداء الحيوية التي تؤثر عليها ، ودراسة تأثير كل منها في المحافظة على التوازن الطبيعي ، ومنع الحشرة التي تؤثر عليها ، ودراسة تأثير كل منها في المحافظة على التوازن الطبيعي ، ومنع الحشرة من الازدياد حتى تصل إلى مرتبة الآفة . ولا يقتصر الأمر على دراسة الموطن الأصلي للآفة ، بل يتعداه إلى المناطق الأخرى من العالم ، والتي توجد فيها الآفة وتتشابه ظروفها مع ظروف البلد المراد استيراد العدو الحيوى إليه .

٣ — استيراد الأعداء الحيوية التي تثبت صلاحيتها من الدراسة السابقة ، ومحاولة الاستفادة منها في البيئة الجديدة ، ثم يرى العدو الحيوى في المعمل ، وتجربى الدراسات للوصول إلى أفضل السبل لإكثاره ، وكذا أفضل العوامل التي تساعد على استمرار تربيته في المعمل ، والحصول على أعداد كبيرة منه .

٤ — بعد الحصول على مستعمرات كبيرة من العدو الحيوى المستورد تجرى عمليات الإطلاق ، حيث يوزع على الحقول بأعداد كبيرة في المناطق التي تشتد فيها الإصابة بالآفة المراد مكافحتها . ثم عملية المراقبة والملاحظة المستمرة ، وتسجل النتائج التي يتم الحصول عليها تحت الظروف المحلية . وتستمر عمليات الإكثار والإطلاق للأعداء الحيوية لعدة سنوات ، حتى تثبت إمكانية تكيف وأقلمة وانتشار العدو الحيوى ، أو حتى يثبت عدم نجاحه واستحالة الحصول على نتائج اقتصادية منه ، فتوقف الأعمال الخاصة به . ومن الأمثلة التي اتبعت فيها الخطوات السابقة استيراد الدبور الفارسى من العراق وإيران إلى ولاية كاليفورنيا لمكافحة حشرة الزيتون القشرية . وقد نجح هذا الطفيل في اختزال الإصابة إلى ٢٪ .

(ح) صفات العدو الحيوى الناجح

- ١ — أن يتميز بقدرة على الحركة حتى يمكن العثور على عائله بسهولة .
- ٢ — يلزم أن يتميز العدو الحيوى الناجح بمقدرة عالية على تحمل الظروف البيئية غير الملائمة .
- ٣ — أن تكون للعدو الحيوى عوامل ثانوية يمكنه التغلب عليها عند غياب العوامل الأصلية .

- ٤ — ألا يكون للطفيل أو المفترس أعداء حيوية في يعبته تقضى عليه .
- ٥ — ألا يتغذى على العوائل النباتية أو يسبب لها ضرراً .
- ٦ — ألا يتطفل أو يفترس الحشرات النافعة أو الأعداء الحيوية الأخرى .
- ٧ — أن تكون لأنتى الطفيل القدرة على استعمال آلة وضع البيض . وهذا يتوقف على قوتها ، وطولها ، ومرونتها . والمدة اللازمة لفرضها ، والمكان المناسب لوضع البيض ، وعلى قدرة الطفيل على تقدير العائل .
- ٨ — أن تكون للطفيل القدرة على تنظيم معدل وضع البيض والنسبة الجنسية ، حيث إنه في حالة وجود العائل بأعداد قليلة يجب أن تزداد نسبة إناث الطفيل عن ذكوره .
- ٩ — أن توافق دورة حياة الطفيل دورة حياة العائل المراد مكافحته .
- ١٠ — أن يقضى على الآفة المراد مكافحتها .

(ط) الصعوبات التي تعرض التوسع في استخدام الطفيليات والمفترسات في المكافحة

- ١ — تحتاج هذه العملية إلى خبراء متخصصين على مستوى عال من الكفاءة .
- ٢ — تحتاج إلى فترة زمنية طويلة حتى تظهر نتائجها .
- ٣ — من الضروري استيراد أكثر من طفيل أو مفترس واحد للآفة مجال المكافحة ، وذلك ضماناً لنجاحها .
- ٤ — قد لا تلائم الظروف البيئية المحلية نشاط العدو الحيوى المستورد بقدر ملائمتها لنشاط الآفة ، وبالتالي يكون مستوى نشاط العدو الحيوى أقل من نشاط الآفة .
- ٥ — يعتمد الطفيل أو المفترس كلية على عائل واحد . وبعضها يعتمد على عوائل أخرى بجانب العائل الأصل . وغياب هذه العوائل الأخرى يحدد أو يقلل من نجاح إدخال أو أقلمة العدو الحيوى في البيئة الجديدة .
- ٦ — قد يكون العدو الحيوى المستورد عرضة لأن يتطفل عليه أو تفترسه حشرات أخرى موجودة في موطنه الجديد .
- ٧ — تصلح فقط في حالات الآفات ذات الحد الحرج الاقتصادي العالي .

الفصل الرابع

المكافحة الميكروبية

- أولاً : مقدمة
- ثانياً : مسببات الأمراض في الحشرات
- ثالثاً : صفات مسببات الأمراض
- رابعاً : العوامل البيئية
- خامساً : تطبيق المبيدات الميكروبية

الفصل الرابع

المكافحة الميكروبية

Microbial Control

أولاً : مقدمة

تعرف المبيدات الميكروبية Microbial pesticides بأنها عبارة عن كائنات حية دقيقة مسببة للأمراض Pathogens تؤدي في النهاية إلى موت الحشرات ، وقد يطلق عليها اسم المبيدات الحية Living pesticides . وقد نالت هذه الوسيلة من المكافحة اهتماماً واسعاً في كثير من الدول ، خاصة في السنوات الأخيرة . وقد أطلق العالم Stein haus عام ١٩٥٦ اصطلاح المكافحة الميكروبية عند استخدام المستحضرات الميكروبية في مكافحة الآفات ، واعتبرها إحدى فروع المكافحة الحيوية التي يستخدم فيها الإنسان الكائنات الحية الدقيقة في تنظيم تعداد الآفة في منطقة معينة . وقد أظهرت الدراسات المعملية والحقلية نجاح بعض مسببات الأمراض في مكافحة الآفات ، وأهمها البكتيريا ، والفيروس ، والفطر ، والبروتوزوا .

عند تقييم العوامل المسببة للموت ، والموجودة طبيعياً ، فإنه من السهل أن نتبين أن مسببات الأمراض هي كائنات حيوية هامة تساعد على تنظيم أعداد الكثير من الآفات الحشرية . وفي بعض الأحيان قد تصل درجة أهميتها إلى حد الاحتفاظ بأعداد الآفة دون مستوى الضرر الاقتصادي . وتبدو أهمية مسببات الأمراض أكثر وضوحاً كمعامل منظمة لأعداد الحشرات في حالات انتشار الأوبئة ، وهي الحالات التي يصل الأمر إلى إنقاص أعداد العوائل الحشرية لحد كبير . وبالإضافة إلى إحداث الموت المباشر ، فقد تتدخل مسببات الأمراض الحشرية في عمليات تطور الحشرات وتكاثرها ، وقد تقلل أيضاً من مدى مقاومتها للتعرض للطفيليات ، والمفترسات ، والمسببات الأخرى للأمراض . كما قد تؤثر أيضاً على مدى استجابة الحشرات لفعل المبيدات الكيميائية ، ووسائل المكافحة الصناعية الأخرى . وبالرغم من مسببات الأمراض الحشرية لا تدرج دائماً في تحليل عوامل الموت الموجودة طبيعياً ، إلا أنه من المحتمل أن يرجع ذلك إلى صعوبة التعرف عليها نظراً لصغر حجمها ، أو لعدم وضوح التأثيرات التي قد تسببها لعوائلها .

ثانياً : مسببات الأمراض في الحشرات

Bacteria

١ - البكتيريا

وهي تمثل أكبر مجموعة من الكائنات الحية المستعملة في مجال مكافحة الآفات . والأنواع التي استعملت بكثرة هي تلك التي تكون جراثيم . وتجبر بكتيريا الباسيلس *Bacillus thuringiensis* من أهم مسببات الأمراض البكتيرية التي تنقل الأمراض للعديد من الآفات الحشرية ، كما تعتبر من أهم المبيدات البكتيرية التي تم تصنيعها في مجال مكافحة الميكروبية . ويمتاز هذا المبيد بسهولة إنتاجه وفاعليته في إحداث المرض ، بالإضافة إلى انخفاض تأثيره على الأعداء الحيوية ، وعدم تأثيره على الثدييات . وقد وجد أن تناول اليرقات لجراثيمه وبلوراتها يعطى تأثيراً قوياً ، خاصة بالنسبة لليرقات التي تتغذى على أوراق النبات ، والتي تكون لقناتها المضمية درجة حموضة تصل إلى ٨,٩ (قلوى مرتفع) ، وتقوم إنزيمات تحليل الجراثيم المتبلورة ، وينطلق التوكسين السام . وينتج هذا المبيد البكتيري في صورة مسحوق قابل للبلل ، أو مسحوق تغير . ومن أشهر مستحضراته : الثيورسيد ، باكتوكال ، باثورين ، يوسبور ، الدليل ، البيوتول ، الأجرترول ، الباكوسين . وتمتاز هذه البكتيريا بقدرتها على تكوين بلورات سامة للحشرة . ومن الجدير بالذكر أن هناك مجموعة من المبيدات الميكروبية المستخلصة من بكتيريا *Bacillus popillia* ، أهمها مستحضرات النجوم والجاونكس . وقد نجحت في مكافحة الخنافس اليابانية عند حقنها في التربة .

Fungi

٢ - الفطريات

استعملت الفطريات بكثرة في مكافحة الآفات ، خاصة في المناطق العالية الرطوبة ، حيث تلامس الرطوبة المرتفعة إنبات جراثيم الفطر . ومن أكثر المستحضرات الفطرية المستخدمة في مجال مكافحة الآفات : البيوفرين ، والبيوتول وهما مستحضران من فطر *Beauveria bassiana* ، ويستخدمان في صورة مسحوق ، أو محبب ، أو سائل للرش . وقد نجحا في مكافحة حفار ساق الذرة الأوروبي ، وخنفساء الكلورادو . وقد يرجع الفشل في المكافحة أحياناً إلى انخفاض نسبة الرطوبة . وتنقل العدوى باللامسة ، تنمو جراثيم الفطر على سطح الآفة ، وتحترق هيفات الفطر جدار الجسم لتصل إلى داخله . ويساعد وجود الثقوب أو الجروح على جسم الحشرة في إحداث المرض . قد أظهر فطر *Verticillium Lecani* مؤخراً كفاءة عالية كمبيد للمن ، خاصة عند استخدامه في الصوبات الزجاجية ، والتي يمكن رفع نسبة الرطوبة بها بإحاطة النباتات بأغلفة من البولي إيثيلين .

Viruses

٤ - الفيروسات

انتشر استخدام الفيروسات حالياً كطريقة ناجحة من طرق مكافحة الميكروبية . وأهم أنواع الفيروسات التي تصيب الحشرات هما : فيروس *Polyhedrosis* ، وفيروس *Granulosis* . ومن أنجح مستحضرات الفيروس في مكافحة الآفات : الفيريكس والفايرون . وقد استخدم فيروس

Polyhedrosis رشا في صورة معلق لمكافحة الأطوار غير الكاملة لدودة ورق القطن و خاصة الطور اليرقي ، و تحدث العلوى عن طريق التغذية على غذاء ملوث بمجزيئات بلورات الفيروس . و تتميز الحشرات المصابة بوجود جزيئات متبلورة يختلف شكلها باختلاف نوع الفيروس المسبب للمرض . و كثيراً ما نرى يرقات دودة ورق القطن المصابة بهذه الفيروسات ، في حقول القطن ، معلقة من أرجلها الخلفية ، ورأسها لأسفل . و تنفجر هذه اليرقات عند لمسها و يخرج منها سائل مصفر ذو رائحة كريهة ، مما يساعد على انتشار المرض بين الحشرات الطبيعية .

Protozoa

٤ - البروتوزوا

ومن أهم أنواعها في مجال مكافحة ، بروتوزوا النوزيما *Nosema bombycis* المسببة لمرض البيرين ، الذى يصيب ديدان الحرير . ومرض النوزيما الذى يصيب نحل العسل ، كما تصيب بروتوزوا *Microsporidium* دودة ورق القطن . وهو يستخدم رشا في صورة معلق ، إلا أنه لم يلق نجاحاً من الناحية التطبيقية لبطء فاعليته على الحشرات ، وصعوبة إكثار المسبب للمرض ، مما جعل من الصعب التوسع في تطبيقها .

Properties of the pathogens

ثالثاً : صفات مسببات الأمراض

Strains and varieties

١ - السلالات والأصناف

يتيح توفر السلالات إمكانية اختيار أكثرها فاعلية في مكافحة الميكروبية ضد الآفة المستهدفة . وتظهر السلالات والأصناف بشكل واضح في البكتيريا ، والفطر ، وبشكل محدود في الفيروس والبروتوزوا ، إذ تظهر سلالات فيروسات الحشرات في المجاميع المكونة أجسام البولى هيدرا فقط ، والى يرتبط شكلها بسلالة الفيروس . وفي البكتيريا تعتبر سلالة *B. thuringiensis* هى أكثر السلالات كفاءة في مجال مكافحة الميكروبية . وهناك نوع آخر من هذه البكتيريا هو *B. cereus* ، والفرق بين النوعين يكمن في وجود للوروات سامة والقدرة الفائقة على إحداث المرض للحشرات بالنسبة للنوع الأول مقارنة بالنوع الثانى وقد تم اكتشاف ستة أنماط من *B. thuringiensis* قادرة جميعها على تكوين البلورات ، ولكنها تختلف في قدرتها على إحداث المرض في الحشرات . وتختلف هذه القدرة باختلاف كمية ، ونوعية التوكسينات التى تنتجها . أما الأنواع التى لا تتكوّن بلورات *Noncrystaliferous* مثل بكتيريا *B. cereus* ، فقد أمكن عزل ١٢ سلالة منها ، ووجد أن قدرتها على إحداث المرض تعتمد على مدى إنتاجها لإنزيم *Leckthinas* .

Virulence

٢ - القدرة على إحداث المرض

من أهم صفات مسبب المرض في المبيدات الميكروبية هى قدرته على إحداث المرض . وترتبط هذه القدرة تماماً بقدرة مسبب المرض على غزو وإحداث الضرر للانسج ، أو العضو المستهدف المائل .

وقد يحدث المسبب *Pathogen* المرض دون النفاذ الحقيقي إلى الدم . وقد يمكن قياس الاختلافات في القدرة على إحداث المرض بمدى رد فعل العائل تجاه مسببات الأمراض . كما يمكن قياسها كمياً بالتقييم الحيوى لأعداد معينة من مسببات الأمراض المعاملة ضد سلالة متجانسة من عائل ما . ويمكن كذلك إجراء التقييم بحسب مدى الفقد في وزن العنار ، ومدى الخلل في التبادل الغازى (في حالة الفطر) . ويرتبط تقدير إنتاج الإنزيم *Proteinase* إيجابياً بقدرة البكتيريا على إحداث المرض ، حيث إن القدرة على تحليل البروتين ترتبط بمدى تكسير الجيلاتين .

وهناك طرق عديدة لزيادة قدرة مسببات الأمراض على إحداث المرض ، وقد نجحت هذه الطرق إلى حد كبير مع البكتيريا مثل ، إضافة بعض المواد لمسببات الأمراض ، والتي تعمل على زيادة قدرتها على التخلل . كما أن التغذية وظروف التربية لمسبب المرض قد تؤثر على مدى قدرته على إحداث المرض .

Toxins

٣ - التوكسينات

وهي عبارة عن مواد تنتجها الكائنات الحية الدقيقة ، وتكون سامة للحشرات . ويمكن استخدام هذه المواد مباشرة في مكافحة الميكروبية . وقد انحصرت معظم دراسات التوكسينات على البكتيريا والفطر . وأشارت الدراسات إلى أن بكتيريا *B. thuringiensis* تنتج التوكسينات الآتية :

(أ) *(Crystal toxin) Thermolabile endotoxin*

(ب) *(Ely toxin) Thermostable exotoxin*

(جـ) *Bacillogenic antibiotic*

(د) إنزيم *Lecithinase*

(هـ) إنزيم *Proteinase*

وأهم هذه التوكسينات هو *Crystal endotoxin* ، وهو شبيه بالبروتين *Proteinaceous* . ولسوء الحظ ... فإن هذا التوكسين معقد للغاية ويصعب تخليقه حتى الآن . ويتحلل هذا التوكسين بفعل العصارة القلوية للمعى الوسطى ، ثم يؤثر على نفاذية الخلايا الطلائية لها ويسمح للعصير العالى القلوية بالنفاذ إلى الدم ، مما يؤدي إلى زيادة حموضة الدم . ويؤدى التغير في حموضة الدم إلى حدوث شلل عام يعقبه الموت في خلال ١ - ٧ ساعات في بعض الحشرات مثل دودة الحرير . وفي حشرات أخرى يؤدي هذا التوكسين إلى سقوط الخلايا الطلائية للمعى الوسطى يعقبها شلل للقناة الهضمية . وجميع أنواع الحشرات الحساسة لهذا التوكسين تتميز بدرجة حمضية قاعدية بالمعى الوسطى تتراوح بين ٩ - ١٠,٥ .

أما التوكسين الثانى الذى تنتجه بكتيريا *B. thuringiensis* ، فهو ثابت مع الحرارة ، وله وزن

جزئى صغير ، يذوب فى الماء ، سام بالحقن فى الدم وليس له تأثير عن طريق الفم . ويؤثر التوكسين على تمر الذباب المنزل ، لذا يطلق عليه اسم توكسين الذباب Fly toxin أو عامل الذباب Fly factor . وعند حقن هذا التوكسين على حشرات من رتب غمظفة وجد أنه لا يؤثر إلا على رتبة ذات الجناحين . ويظهر فعل هذا التوكسين السام أثناء فترة الانسلاخ .

وينتج إنزيم Lecithinase (c) Phospholipase من معظم أنواع البكتيريا ، خاصة B.Cereus . وقد وجد أن هناك علاقة معنوية بين قدرة سلالات B.Cereus على إحداث المرض للحشرة *Pristiphora erichsoni* ، ومعدل إنتاج الإنزيم . وقد أشار العالم Heim pel عام ١٩٥٥ كذلك إلى أن الإنزيم يلعب دوراً هاماً فى غزو وقتل الحشرة بفعل البكتيريا .

وتنتج بكتيريا *Pseudomonas aeruginosa* مادة بروتينية سامة مضادة للجين ، تقوم بقتل يرقات *Galleria* عند حقنها فى الدم . وتعتبر كذلك مادة متخصصة فى تثبيط التمثيل الغذائى حيث تؤثر على إنزيمات Phenoloxidases .

وهناك بعض أنواع الفطر التى تفرز مواد سامة للحشرات مثل فطر *Bauveria bassiana* . وقد أمكن عزل المواد السامة Destruxin B, Destruxin A من فطر *Aspergillus ochraceus* . كما تمكن العالمان Nagatsu ، Suzuki عام ١٩٦٥ من إنتاج توكسين (Piericidin A) وهو سام جداً لدودة الحرير وأبى دقيق الكرب . كذلك أمكن عزل الميكوتوكسين Mycotoxin ، الذى يتميز بوزن جزئى صغير مقارنة بالتوكسينات التى تنتجها البكتيريا . وتسبب الميكروتوكسينات ردود أفعال تشنجية ، أو تقلصات عند معاملة الحشرات .

وقد أظهرت الدراسات أن فيروس *Sericothrips proteana* ينتج تأثيراً ساماً للخلايا ، وذلك عند تربيته على خلايا مبيض حشرة *Antheraea cecropiae* ، ولسوء الحظ .. فشلت عمليات استخلاص الدم السام بالطرود المركزى للفيروس .

Persistence

٤ - الثبات

عند تسويق مسببات الأمراض فى صورة ميديات ميكروبية .. يلاحظ أنها تتميز بطول فترة حياتها واحتفاظها بحيويتها ، وقدرتها على إحداث المرض مع ظروف التخزين . فالجراثيم المقاومة من البكتيريا والفطر ، والبروتوزوا ، وكذا أجسام الفيروس تتميز بقدرتها العالية على التخزين . ويظل معظمها محضراً بحيويته تحت الظروف المناسبة لمدة عام على الأقل . بينما احتفظت بعض الفيروسات بقدرتها على إحداث العدوى لمدة عام حينما حفظت فى شكل معلق مع هيموليف الحشرة على درجة ٤°م .

ويمكن معاملة مسبب المرض فى الأطوار المقاومة بنجاح عن طريق الرش ، والتفجير ، ويستمر ثباته فى الحقل لفترات كافية تتوقف على العوامل البيئية ، مثل : الجفاف - الإشعاع الشمسى - الحرارة .

وقد لوحظ عموماً أن مسببات الأمراض لا تستمر فترة طويلة على المجموع الخضرى للنبات ، وربما كان ذلك بسبب تأثير أشعة الشمس ، أو الأمطار ، أو الرياح . ويمكن إضافة بعض المواد المحسنة التى تعطيل من فترة ثباتها على النبات .

Dispersal

٥ - الانتشار

تعامل مسببات الأمراض بطرق الرش ، أو الصغبر التقليدية وأحياناً بالطائرات . ويجب تجنب درجات الحرارة المرتفعة ، والمذيبات السامة عند التطبيق . كما يلزم أن تكون درجة حموضة محلول الرش أقرب إلى التعادل حيث تتحلل مسببات الأمراض البكتيرية والفيروسية فى الوسط الحامضى والغلى .

وتنتشر مسببات الأمراض بحركة العائل الأولى ، أو الثانوى ، أو بفعل العوامل الطبيعية مثل الرياح والأمطار . وتعتبر حركة الأفراد المصابة كذلك هامة فى انتشار الأمراض الفيروسية ، خاصة فى الغابات .

Methods of Transmission

٦ - طرق نقل العدوى

لا بد أن ينفذ مسبب المرض إلى دم الحشرة ، وذلك بالرغم من بعض الحالات التى يستمر فيها تواجده فى القناة الهضمية ، حيث ينتج التوكسين ويحدث الأعراض المرضية ، ثم الموت ، مثل *clostridium* الذى تم عزله بواسطة Bucher عام ١٩٥٧ . وغالباً ما يكون وصول مسبب المرض إلى الدم ضرورياً لموت العائل فى معظم مسببات الأمراض . وتعتبر القناة الهضمية الطريق الأمثل لوصول مسببات المرض إلى الدم ، وذلك فى حالة الفيروس ، والبكتيريا ، والريكتسيا ، والبروتوزوا ، وبعض النيماطودا . لذا .. يلزم عند استخدام هذه الكائنات الدقيقة فى صورة مبيدات ميكروبية أن تعامل مع غذاء الآفة .

ويعمل الغشاء حِـل الغدائى *Peritrophic membrane* ، وبعض مواد الصغبر المعوى على منع العدوى بالكائنات الحية الدقيقة . وعلى العكس من ذلك نجد أن خدش الخلايا الطلائية للقناة الهضمية يتيح للبكتيريا الوصول إلى الدم بسرعة ، أما الفطر فهو يدخل جسم الحشرة خلال الجلد . ولكن هناك بعض أنواع الفطريات التى تسبب العدوى عن طريق القناة الهضمية . كما أظهرت الدراسات أن العدوى بالنيماطودا تتم من خلال جروح الجلد ، أو بمساعدة الطفيليات والمقترسات التى تعمل كناقلات .

Environmental Factors

وابعاً : العوامل البيئية

تؤثر العوامل البيئية على نجاح تطبيق المعاملة بالمبيدات الميكروبية . ويتوقف مدى تأثير هذه العوامل على نوع المعاملة (المعاملة على المدى القصير ، أو المدى الطويل) . وعموماً .. فإن المعاملة

على المدى القصير تتأثر بالعوامل الطبيعية مثل : الأمطار ، والرياح ، وأشعة الشمس ، وهى من أهم العوامل الحيوية . ويتشابه تأثير العوامل الطبيعية على المبيدات الميكروبية مع تأثيرها على المبيدات الكيميائية . وتؤثر العوامل البيئية عموماً على مدى قدرة المرض ، وثباته ، وانتشاره ، وانتقاله ، وعلى مقاومة العائل لمسبب المرض .

Physical Factors

١ - العوامل الطبيعية

يؤثر ارتفاع الرطوبة بشكل ضعيف على الأمراض الفيروسية ، بينما قد تزيد الأمطار أو تقلل من حدوث المرض الفيروسي ، وذلك عن طريق غسل الفيروس من على السطح المعامل ، أو توزيعه رأسياً على النبات . وفي المعمل نجد أن ارتفاع نسبة الرطوبة يزيد من انتشار الأمراض البكتيرية ، كما تؤثر الرطوبة على حيوية وثبات جراثيم البروتوزوا . وتعتبر الرطوبة عاملاً حاسماً في حالة الفطر ، حيث تزيد من إنبات جراثيم الفطر ، وتزيد بالتالى من انتشار العدوى . مع أن هناك بعض الآراء التى تشير إلى أن جراثيم الفطر قد تنبت تحت نسبة رطوبة ٦٠ ٪ ، كما أن النيماتودا تحتاج إلى نسبة رطوبة عالية .

يؤدى ارتفاع الحرارة إلى الإسراع من انتشار المرض ، ويقلل من فترة حضائته حتى إحداث الموت .، حيث يبلغ طول فترة إحداث الموت ، لفيروس البولى هيدروسيس على درجة ١٠ ٥١ ٪ خمسة أضعاف طول الفترة على درجة ٣٢ ٥ ٪ ، ولا تطول فترة إحداث العدوى لبكتيريا *B.thuringiensis* بينما تنخفض نسبة موت اليرقات المعاملة . ولا تؤثر الظروف المناخية مطلقاً على مدى انتشار أمراض *Microsporidian* .

أما بالنسبة لأشعة الشمس .. فقد لوحظ أنها تؤدي إلى فقد نشاط عديد من مسببات الأمراض الحشرية . فقد يؤثر انخفاض درجة حموضة التربة على حيوية جراثيم بكتيريا *B.popilliae* . كما وجد أن فطر المسكردين الأخضر يحتاج إلى تربة حامضية ، بينما يحتاج فطر المسكردين الأحمر إلى تربة قلوية . وتؤثر إضافة الأسمدة على درجة حموضة التربة ، فيتحدد بالتالى نوع الفطر القادر على إحداث المرض فى حشرات التربة . وهناك بعض أنواع النيماتودا التى تفضل التربة الكلسية .

Biotic factors

٢ - العوامل الحيوية

تؤثر العوامل الحيوية على المبيدات الميكروبية عند معاملتها على المدى الطويل ، حيث تؤثر التغذية على حساسية الحشرات للعدوى بالأمراض . وبالإضافة إلى القيمة الغذائية ... فإن وجود مواد قاتلة للبكتيريا فى العائل النباتى يلعب دوراً هاماً فى كفاءتها . كما قد تحوى عصارة الأوراق النباتية على مواد مضطربة لبكتيريا *B.thuringiensis* . ويلعب نوع العائل النباتى فى الجرعة القاتلة ، ومدى حيوية المبيد الميكروبي ، ونوع وكمية الميكروفلورا الموجودة بالأعضاء دوراً كبيراً فى التأثير على المبيدات الميكروبية ، حيث إن ارتفاع كميتهما فى يرقات أى دقيق الصليبيات *Pieris brassicae* يزيد من

حساسيتها للبكتيريا *B. thuringiensis*. وقد أظهرت الدراسات أن لـ *Microsporidium* القدرة على تثبيت نمو بعض مسببات الأمراض في الإنسان ، مثل : تثبيت نمو طفيل الملاريا في *Plasmodium Falciparum* القناة الهضمية للعائل . ومن هنا تبرز أهميتها في مجال مكافحة الميكروبية .

عامساً : تطبيق المبيدات الميكروبية

١ - التطبيق على المدى القصير

تتم عملية التطبيق مباشرة رشاً أو تغصراً ، مثلها في ذلك مثل المبيدات الكيميائية . وعليه ... يتم تجهيز هذه المبيدات في صورة مستحضرات ، ويتم كذلك تكرار مرات المعاملة . وقد تحقق بعض النجاح عند المعاملة بمسببات الأمراض البكتيرية والفيروسية ضد الحشرات التي تتغذى على المجموع الخضرى . كما أظهرت هذه الطريقة نجاحاً في حالة الحشرات ذات الحد الحرج الاقتصادي المنخفض ، والتي تتمكن من إحداث أضرار كبيرة بأقل كثافة عديدة . ويجب أن يؤخذ في الاعتبار أن تكون الفترة من إحداث العدوى ، حتى إحداث المرض قصيرة . ويتوقف ذلك على الجرعة وعمر الحشرة . وقد وجد أن يرقاات العمر الأول والثاني تموت بعد ١ - ٣ أيام من تناول الفيروس والبكتيريا ، أما الأعمار الكبيرة فهي أكثر مقاومة بالرغم من توقفها عن التغذية بعد فترة قصيرة من تغلغل مسبب المرض . ويعتبر التوقيت المناسب ، والتغطية الكاملة من العوامل الهامة في تحقيق النجاح في التطبيق . وقد أظهرت هذه الطريقة كذلك نجاحاً طيباً عند استخدام بكتيريا *B. thuringiensis* ، وفيروس *Polyhedrosis* في مكافحة دودة اللوز الأمريكية . ويفضل أن تكون قدرة المسبب على إحداث المرض عالية .

٢ - التطبيق على المدى الطويل

لا يتم التطبيق هنا بشكل مباشر ، وإنما يتم عن طريق نشر حشرات مريضة في المنطقة المصابة ، أو وضع بيضات مريضة في أماكن مختطفة بالمنطقة المصابة ، أو برش أو تغصير أجزاء متباعدة من المنطقة المصابة على اعتبار أن ينتشر المرض في المنطقة المصابة كلها بفعل حركة الحشرات المريضة . وتستخدم هذه الطريقة في حالة الحشرات ذات الحد الحرج الاقتصادي العالي للإصابة ، بينما لا تنجح في حالة الحشرات ذات الحد الحرج الاقتصادي المنخفض ، والتي تتطلب فترة قصيرة حتى تظهر نتيجة المكافحة . ومن أهم العوامل التي تحكم تأثير المبيدات الميكروبية عند تطبيقها على المدى الطويل ، ما يلي : صفات تعداد مسبب المرض وقدرته على إحداث المرض - صفات تعداد الآفة - وجود وسيلة فعالة في النقل - العوامل الطبيعية والحيوية - الحد الاقتصادي الحرج للإصابة بالآفة .

٣ - استخدام المستحضرات الميكروبية مع غيرها من طرق المكافحة

Compatibility with other methods of Control

تعتبر المستحضرات الميكروبية أكثر تحملاً للمبيدات الخلقية ، بالمقارنة بالطبقيات والمفترسات .

ويوضح استخدام المبيدات الميكروبية مع غيرها من العوامل الحيوية ، أو مع المبيدات مدى إمكانية الهائلة داخل نطاق المكافحة المتكاملة .

(أ) خطط المستحضرات الميكروبية مع المبيدات النشطة

تشمل المستحضرات الميكروبية أطواراً مقبولة من مسببات المرض يمكن خلطها ببعض المحسنات والناشرات . ويجب أن تؤخذ في الاعتبار درجة حوضة الملق ، وأن تكون أقرب إلى التعادل . حيث إن أجسام بلورات الفيروس ، أو البلورات السامة للبكتيريا تتحلل في الوسط القلوي ، أو الحامضي وقد تفقد نشاطها . وقد يرجع الفشل في المكافحة الميكروبية بالفيروس ، أو بالبكتيريا إلى فقد قدرتها على إحداث المرض نتيجة لوجودها في الوسط القلوي ، أو الحامضي لمعلق الرش . وقد أظهرت الأبحاث الحديثة وجود فعل مشترك قوي بين المبيد ، ومسببات الأمراض البكتيرية ، حيث يؤدي مسبب المرض إلى خفض مستوى تحمل الحشرة لفعل المبيد بحيث يمكن تقليل الجرعة المستخدمة من هذا المبيد في المخلوط ، مما يقلل من مشاكل مخلفات المبيدات ، ويحفظ العوامل الحيوية النافعة (الأعداء الحيوية والنحل) في نفس الوقت .

(ب) — استخدام مسببات الأمراض مع الطفيليات والمفترسات

كقاعدة عامة .. يمكن استخدام مسببات الأمراض عند ارتفاع الكثافة العددية للآفة ، بينما تتفوق المفترسات والطفيليات في حالة انخفاض الكثافة العددية للعائل حيث تنجح في تنظيم أعداده . ومن المعتاد طبيعياً أن يحدث الفعل المشترك بين مسببات الأمراض ، والطفيليات ، والمفترسات ، وذلك عند مكافحة حشرة ما . ويقدر تفاعل هذا التداخل البيولوجي تظهر كفاءة المسببات المرضية . ويظهر التأثير المشترك بين مسببات الأمراض ، والطفيليات ، والمفترسات بشكل فعال عند مكافحة الآفة على المدى الطويل . ومع ذلك فقد لوحظت ، عند مكافحة على المدى القصير ، زيادة في تعداد الطفيليات والمفترسات في المناطق المعاملة بالمستحضرات الميكروبية . وتلعب هذه الطفيليات والمفترسات دوراً هاماً في المكافحة بعد ذلك . كما تؤدي الأعداء الطبيعية للآفات دوراً هاماً في انتشار ، وثبات ، ونقل مسببات الأمراض . وقد يزيد وجود بعض الطفيليات داخل يرقات بعض الحشرات من حساسيتها لمسببات الأمراض ، إذ وجد أن يرقات آوى دقيق الكرب المصابة بطفيل الأنتيليس *Apanteles* ، تكون أكثر حساسية للعدوى البكتيرية عن اليرقات السليمة غير المتطفل عليها . وعلى العكس من ذلك .. فقد تسبب بعض مسببات الأمراض ، خاصة البروتوزوا ، العدوى للطفيليات ، والمفترسات التي تهاجم عوائلها ، وقد تؤدي هذه العدوى إلى خفض قدرتها التناسلية .

وحينما يهاجم كل من الطفيل ، ومسبب المرض نفس العائل تظهر بينهما المنافسة على أنسجة العائل ، وقد يؤثر الموت المبكر للعائل على أحدهما أو كليهما . ويتم نشاط الطفيل ومسبب المرض عادة بشكل متوافق ، فمن المعروف أن الطفيليات تختار العائل الخالي من الأمراض البكتيرية ،

أو الفيروسية ، أو البروتوزوا . وقد يحدث عدم توافق بينهما أحياناً ، مما يؤدي إلى خفض تعداد الآفة ، وهجرة الطفيليات إلى مناطق أخرى ، إلا أنه يمكن إدخال طفيل آخر في هذه المنطقة يكون قادراً على أن يكيف وجوده مع الأعداد الصغيرة للآفة .

الاعتبارات الواجب مراعاتها عند إدخال مسببات الأمراض في برامج مكافحة التكاثر

- ١ — المعرفة التامة بالخواص الحيوية ، والبيئية ، والتاريخ الموسمي ، وسلوك الحشرة المستهدفة بغرض تحديد أصح توقيت لاستخدام المستحضر الميكروبي للحصول على أقصى قدر من الفعالية .
- ٢ — تلزم معرفة مدى احتفاظ الكائنات الحية بصفاتها وفعاليتها في إحداث المرض من وقت التجهيز حتى المعاملة .
- ٣ — يلزم التأكد من استمرار احتفاظ المستحضر الميكروبي بفاعليته من وقت المعاملة حتى دخوله جسم الحشرة ، بالإضافة إلى أمانه ، وتخصصه ، وسهولة استخدامه .
- ٤ — يفضل أن تجهز الكائنات الحية في صورة جراثيم حتى تتحمل الظروف الصعبة ، وأن تضمن طريقة التوزيع وصول كمية ثابتة من الميكروب ، موزعة توزيعاً منتظماً بحيث تسبب موت الآفة المستهدفة .
- ٥ — تلزم دراسة الظروف البيئية ، ومدى تأثيرها على فاعلية ونشاط المرض .

أسباب إمكانية نجاح مكافحة الميكروبية

- ١ — إن المستحضرات الميكروبية غير ضارة بالإنسان ، أو الحيوانات الراقية حيث إن الميكروبات التي تصيب الحشرات تختلف عن تلك التي تصيب الإنسان أو الحيوان ، بالإضافة إلى انخفاض أثرها الضار على النبات .
- ٢ — تمتاز بأنها ذات درجة عالية من التخصص ، مما يؤدي إلى حماية الأعداء الحيوية والحشرات النافعة .
- ٣ — يمكن خلطها مع معظم المبيدات الحديثة ، مما يزيد من فعالية المبيد لمكافحة آفة معينة ، أو أكثر بالإضافة إلى إمكانية تأثيرها التنشيطي للمبيد الكيميائي .
- ٤ — سهولة إنتاج معظم مسببات الأمراض الحشرية ، وإكثارها بتكاليف منخفضة .
- ٥ — بعض الميكروبات قابلة للتخزين لفترة طويلة دون أن تتأثر حيويتها .
- ٦ — يقلل استخدامها بالتبادل مع المبيدات من احتمال ظهور السلالات المقاومة لفعل المبيدات .
- ٧ — عدم ظهور سلالات مقاومة من الآفة ضد المرض حتى الآن .
- ٨ — إمكانية إكثار ونشر بعض الكائنات الحية في البيئة ، واستمرار معيشتها فيها لفترة طويلة طالما أن الظروف البيئية ملائمة .

الصعوبات التى تواجه استخدام مسببات الأمراض فى برامج مكافحة التكااملة

- ١ — تحتاج بعض الميكروبات إلى ظروف جوية خاصة حتى تحدث تأثيرها ، مثل الفطريات التى تحتاج إلى رطوبة تزيد عن ٩٠% .
 - ٢ — نظراً لتخصصها الشديد ، فهى تعطى مجالاً محدوداً فى مكافحة معظم الحشرات التى يراد مكافحتها فى وقت واحد ، بينما يكون لبعض المبيدات القدرة على القضاء على أكثر من آفة فى وقت واحد .
 - ٣ — تحتاج إلى توقيت دقيق فى التطبيق يتلاءم مع فترة حضانة المرض .
 - ٤ — تفقد بعض الفطريات حيويتها عند تخزينها لمدة طويلة فى عبوات جافة .
 - ٥ — الصعوبة النسبية فى إنتاج بعض الميكروبات وكثرة تكاليفها ، خاصة تلك التى تتميز بالتخصص .
 - ٦ — هناك فترة قد تطول بين وقت المعاملة ، وإحداث الموت . وقد يكون الضرر الحادث أثناءها كبيراً ، وذلك بالرغم من أن اليرقات المصابة تتوقف عن التغذية فى الغالب .
 - ٧ — تحتاج إلى نقطة كاملة على السطح المعامل حتى يمكن ملازمة الورقة لمسبب المرض .
 - ٨ — تجنب حماية المستحضرات الميكروبية من الأشعة فوق البنفسجية التى تؤدي إلى تخفيف نسبة مسبب المرض فى محلول المبيد .
 - ٩ — تجنب إضافة منبهات التغذية ، مثل المولاس ، وبعض المستخلصات النباتية إلى المستحضرات الميكروبية لزيادة معدل تناول مسبب المرض .
- من العرض السابق .. يتضح أن مكافحة الحيربية من أهم عناصر التحكم التكاملى للآفات ، والتى تعنى مكافحة الآفة فى أكثر من ميدان ، وبأكثر من سلاح . فإذا لجأنا إلى استعمال المبيدات ، فلا بد أن تستعمل بحذر ، وبطريقة تكفل للأعداء الحيوية المعيشة ، وذلك للقضاء على ما تبقى من الآفة بعد معاملتها بالمبيدات . ولا يجب أن يغيب عن البال أن هناك حشرات كثيرة تعيش فى يئتنا لم ترق إلى مستوى الآفات بفضل الطفيليات والمقترسات .

الفصل الخامس

المخاليط والمنشطات

أولاً : مخاليط المييدات (الفلسفة والمستقبل)
ثانياً : التشيط (أهميته ومدلولاته)

الفصل الخامس

مخاليط والمنشطات

أولاً : مخاليط المبيدات (الفلسفة والمستقبل)

نتيجة للاستخدام المكثف للمبيدات الكيميائية ، وظهر كثير من المشاكل التي سبقت الإشارة إليها ، خاصة انخفاض فعالية وكفاءة المبيد على الآفة المستهدفة في مجال مكافحة ، بدأت الدراسة والأبحاث في محاولات مستميتة نحو زيادة فعالية هذه الكيميائية بالعديد من الوسائل . ولقد حظيت الدراسات الخاصة باستخدام مخاليط أو أزواج المبيدات Pesticide combinations باهتمام كبير ، وذلك بغرض مكافحة أكثر من آفة في وقت واحد ، وزيادة التأثير السام لمكونات المخلوط ، وكذا الأثر الباقي ، بالإضافة إلى إمكانية منع أو تأخير المقاومة لمكونات المخلوط أو أحدهما ، علاوة على توفير تكاليف ووقت المكافحة ، ففي بعض الأحيان يكون الوقت المتاح لإجراء رشتين متابعتين محدوداً جداً (كما في حالة سقوط الأمطار) ، ومن ثم يمكن الرش مرة واحدة باستخدام مخلوط المادتين ، بدلاً من رش كل مادة على حدة .

وتعتمد فكرة استعمال مخاليط المبيدات على استخدام مخلوط مبيدين من مجموعات مختلفة يبطيء من ظهور السلالة المقاومة للمبيد ، حيث أشار Crow عام ١٩٥٢ إلى أن وصول السلالة للدرجة مقاومة تصل إلى (٢٦,٧ مثل) في عشرة أجيال عند الانتخاب بأى من المبيدين . وعند استعمال مخلوط من المبيدين نجد أن درجة المقاومة تصل إلى (١٧,٦ مثل) فقط للمبيدين . ومعنى ذلك أن مخاليط المبيدات تبطيء من سرعة ظهور المقاومة . وقد يرجع ذلك إلى أن أفراد العشيرة التي تحمل جينات المقاومة للمبيدين تكون أقل من تلك التي تحمل أحدهما . ويجب أن يؤخذ في الاعتبار احتمال زيادة سمية المخلوط على الثدييات ، بالمقارنة بمكوناته ، ولا يكفي بتحقيق هدف زيادة الفاعلية ضد الآفات المستهدفة .

ومن الأمثلة الناجحة لاستخدام مخلوط من مبيدين هي استخدام مخلوط من الجامامكسان والـ D.D.T. في مكافحة الذباب المنزلي والأندرين/بدرين (٢٠/٢٠) بمعدل ١,٥ لتر لمكافحة آفات بادران

القطن ، وذلك منذ عدة سنوات ، وقد قام منصور وآخرون عام ١٩٦٦ بدراسة تأثير بعض مخاليط المبيدات ضد دودة ورق القطن ، ووجد أنه تم تقوية ميد الباراثيون الفوسفوري والدای سلفوتون ، بينما يشبط عند خلطه مع الأنتيفوس بيشيل ، والدای كلورفوس ، والأنتيفوس إيشيل ، كما أضاف أن ميد السيفين الكارباماتي تم تقويته مع جميع المبيدات الفوسفورية العضوية المختبة ، كما أشار عواد عام ١٩٧٤ أن ميد الميتاسيل له تأثير إضافي مع السيولين ، والميشيل باراثيون ضد دودة ورق القطن ، بينما قوى ميد الفمارون جميع المبيدات الفوسفورية العضوية والكارباماتية المختبة . وقد لاحظ عبد الحميد وآخرون عام ١٩٨١ أن جميع الخلاط المختبة ضد يرقات العمر الرابع للدودة القارضة كانت ذات فعل مقو . وكانت أفضل نسب الخلط ت ق ١٠ : ت ق ٣٠ لمخلوط الأندرين/ السترولين . وكان لجميع الخلاط المختبة تأثير مقو على إناث المنكبوت الأحمر ، ما عدا مخلوط الديامثويت/ سترولين ، حيث كان ذا تأثير تبيطلي (أدت عملية الخلط إلى خفض السمية) . والجداول (١-٥ ، ٢-٥) توضح ذلك

جدول (٥ - ١) : الفعل المشترك لبعض مخاليط المبيدات ضد يرقات الدودة القارضة .

نسبة الخلط	معامل السمية المشتركة		
(تركيز قاتل)	أندرين/سترولين	أندرين/دايميثيت	دايميثيت/سترولين
٥ : ٤٥	٧٠	٩٤	٨٦
٤٠ : ١٠	٥٤	٨٦	٩٤
٣٥ : ١٥	٣٤	٨٠	٨٦
٣٠ : ٢٠	٤٠	٦٦	٧٤
٢٥ : ٢٥	٤٦	٤٦	٦٦
٢٠ : ٣٠	٦٠	٤٠	٦٦
١٥ : ٣٥	٧٤	٥٤	٦٦
١٠ : ٤٠	٦٦	٤٦	٦٠
٥ : ٤٥	٦٠	٢٠	٥٤

جدول (٥ - ٢) : الفعل المشترك لبعض مخاليط المبيدات ضد إناث العنكبوت الأحمر .

نسبة الخلط	معامل السمية المشتركة			
(تركيز قاتل)	أندرين / سترولين	أندرين / دايڤهيت	دايڤهيت / سترولين	
٥ : ٤٥	٩٤	٤٦	٤٦ —	
٤٠ : ١٠	٨٦	٦٦	٦٦ —	
٣٥ : ١٥	٧٤	٤٦	٧٤ —	
٣٠ : ٢٠	٨٠	٢٠	٤٦ —	
٢٥ : ٢٥	٨٦	٤٦	٦ —	
٢٠ : ٣٠	٩٤	٦٦	٢٠ —	
١٥ : ٣٥	٧٤	٧٤	٣٤ —	
١٠ : ٤٠	٨٠	٨٦	٣٤ —	
٥ : ٤٥	٨٠	٨٠	٤٠ —	

وبداية من عام ١٩٧٥ بزغ فجر اتجاه جديد تمثل في استخدام مخاليط من المبيدات الفوسفورية مع منظمات النمو الحشرية لمكافحة آفات القطن ، خاصة دودة ورق القطن وديدان اللوز . ومن فلسفة الدور الذي يلعبه هذا المخلوط أن منظم النمو الحشري داخل المخلوط يتميز بفعله السام البطيء ، مما يزيد من الأثر الباقي للمخلوط ، بالإضافة إلى الفعل الإبادة الفوري العالي للمبيد الحشري ، وبالتالي نحصل على مخلوط ذي إبادة فورية عالية ، وأثر باق طويل . وقد ظهر في مجال التطبيق الحقل عديد من المخاليط ، نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر مخلوط الدورسبان مع الديميلين (DC 702) ، ومخلوط الدورسبان مع الداوكو (الميرلين) ، ومخلوط التملون مع أحد عائلة الديميليئات تحت اسم « تملرون كومي » ، ثم البولستار كومي ، ثم مخاليط اللانيت مع الديميلين تحت أسماء ديزا أو دينيت .

ويرى المؤلفان أن طريقة التقييم الحيوي لهذه المخاليط تعطي ميزة نسبية تفوق المبيدات المنفردة ، حيث يتم التقييم في دورات ، كل دورة خمسة أيام (كما ذكر في فصل التقييم الحيوي) . ويتم تعريض اليرقات في كل دورة لغذاء معامل لمدة يومين ، ثم غداء غير معامل لمدة ثلاثة أيام ، أي أن الميزة النسبية هنا تنحصر في طول فترة التعرض (خمسة أيام) ، وكذا طول فترة التعرض على غداء معامل داخل كل دورة (لمدة يومين) . ونحن نرى إعادة النظر في طريقة التقييم ، حتى يمكن الحكم بدقة على كفاءة هذه المخاليط .

ومن الضروري توافر بيانات تتعلق بالتوافق بين هذه المخاليط واحتالات التداخل الطبيعي أو الكيميائي بين مكونات المخاليط ، كما يلزم توافر جميع الدراسات المتعلقة بالسمية على الإنسان ، والحيوان ، والطيور ، والأسمك وغيرها من الكائنات النافعة ، وكذا توافر تأثير الدراسات عن تأثيرات هذه المخاليط على مكونات البيئة .

ويرى البعض عدم سمية منظمات النمو الحشرية استناداً إلى قيمة الجرعة النصفية ج.ق. ، وصعوبة تحديدها في بعض الأحيان ، ولكن للمؤلفين وجهة نظر قاطعة تتمثل في أنه لا تجب التفرقة بين مادة كيميائية وأخرى من حيث البيانات المطلوبة للتجريب والتسجيل ، خاصة ما يتعلق بالسمية البيئية . ومع بداية عام ١٩٨٧ ظهرت بوادر مشجعة للغاية ، حيث أخذت اللجان المختصة بالتوصيات ومكافحة الآفات بالكيميائيات في وضع الأسس والقواعد المحددة لاستخدام المخاليط ، مع تحديد مجالات استخدامها ، إلا عند الضرورة القصوى .

وفي عام ١٩٦١ نشر الباحث K.P.Dubois بجامعة ألبينوى شيكاغو بأمريكا مقالة عن علاقة الخلط بتقوية أو تقليل سمية المبيدات الفوسفورية على إناث فئران التجارب . ولقد ثبت حدوث زيادة في السمية عند خلط الملاثيون وال EPN ، وكذلك مع الديترس + الملاثيون ، الديترس + الجوثيون والكورال + الملاثيون ، كما اتضح من النسبة بين ج.ق. المتوقعة إلى ج.ق. المتحصل عليها ، كما في الجدول (٥-٣) .

جدول (٥ - ٣) : العلاقة بين الجرعات النصفية القاتلة المتوقعة والتجريبية .

المخاليط ومكوناتها	الجرعة النصفية القاتلة ج.ق.٥ ملليجرام/كجم النسبة بين ج.ق.٥ المتوقعة والتجريبية	المتوقعة	التجريبية
ملاثيون ٩٩٪ + EPN ١٪	٤٠٣,٦	٢٣٠	١,٨
ديترس ١٦,٧٪ + ملاثيون ٨٣,٣٪	٤٨٠,٠	٢٢٠	٢,٢
ديترس ٩٦,٥٪ + جوثيون ٣,٥٪	٨٢,٨	٥٥	١,٥
كورال ١٢,١٪ + ملاثيون ٨٧,٩٪	٤٥٥,٠	١٩٠	٢,٤

يتضح من هذا الجدول أن جميع المخاليط أعطت نسبة ج.ق.٥ المتوقعة/ ج.ق.٥ التجريبية أكثر من واحد صحيح ، وهذا معناه حدوث زيادة في سمية هذه المخاليط على الفئران ، بغض النظر عن كفاءتها على الآفات المستهدفة .

وليس هذا هو الوضع دائماً ، فقد يؤدي الخلط إلى نقص في سمية المخلوط التجريبية عما هو متوقع ، فقد عوملت إناث الفعران بنصف الجرعة ج.ق. بالمركبين للمخلوط بالتتابع ، وأعطت جميع المخاليط نسبة موت أقل من ٥٠٪ كما هو متوقع .. كما يتضح من الجدول (٤-٥) .

جدول (٥ - ٤) : التأثير السام لمخاليط أزواج المبيدات ضد إناث الفعران .

النسبة المئوية	المبيد الثاني	المبيد الأول
١٠	ملاثيون	باراثيون
١٠	جوثيون	باراثيون
٣٠	أى لى إن	دبتركس
١٠	سيستوكس	دبتركس
١٠	جوثيون	ملاثيون
٥	جوثيون	سيستوكس
٣٠	دبتركس	كورال
٣٠	ميثيل باراثيون	كورال
٣٠	فوزدرين	كورال
٢٥	تيرام	كورال
٢٥	تيرام	دايسيستون
١٥	جوثيون	دايسيستون

وفي السنوات الأخيرة ، ونتيجة مباشرة لتأخير زراعة القطن حتى شهرى أبريل — مايو ، ومحاولة تعويض التأخير في النمو الخضرى ، لجأ الزراع إلى التوسع العشوائى في استخدام الأسمدة الورقية المحتوية على العناصر الضرورية والنادرة ، ونشأ موقف تداخل ميعاد رش هذه الأسمدة مع ميعاد الرش الدورى بالمبيدات الحشرية لمكافحة دودة ورق القطن ، ووقاية النباتات من الإصابة بديدان اللوز . وتوفيراً للوقت والتكاليف كان استخدام مخاليط المبيدات مع الأسمدة الورقية هو الحل الأمثل لتحقيق الهدفين معاً (تعويض النمو ومكافحة الآفات) . ومن المؤسف أن الخلط حدث عشوائياً دون تقنين قابلية الخلط بين هذه المكونات من جهة ، والآثار الجانبية الضارة على النباتات المعاملة من جهة أخرى . وعلاوة على ذلك .. يمكن القول إن كفاءة هذه المخاليط ضد الآفات المستهدفة لم تقيم في ذلك الوقت . وهذا الوضع الغريب أدى إلى حدوث كوارث ، نتيجة لعدم التوافق ، مما أدى إلى نقص معنوى في إنتاجية القطن في بعض محافظات مصر . ولقد اتخذت اللجان

المعنية بمكافحة الآفات قراراً تلخيصياً بعدم استخدام هذه المخاليط قبل الانتهاء من التقنين العلمى السليم لجلبوها من جميع النواحي .

ولقد اختلفت نتائج الدراسات في مجال كفاءة المخاليط مع الأسمدة الورقية على الآفات المختلفة ، فقد ذكر زكريا وآخرون عام ١٩٨٤ حدوث تنشيط لفعالية المبيدات عند خلطها بالأسمدة الورقية ، بينما وجد زيدان وأحمادى عام ١٩٨٣ حدوث نقص في كفاءة المبيد المتخصص ضد الآفة المستهدفة عند خلطها بالأسمدة الورقية ، وظهر ذلك في الكفاءة الفورية ، وفي الأثر الباقى .. وتأكدت هذه الظاهرة بعد الخلط مباشرة مع الأسمدة المركبة ، ومع العناصر الغذائية المنفردة .. كما يتضح من جدول (٥-٥) . ضد حوريات المن .

جدول (٥ - ٥) : أثر خلط الملاثيون بالعناصر الغذائية ضد حوريات المن

المخلوط	التركيز النسبى القاتل ت.ق. ٥٠ جزءاً في المليون	دليل السمية	الأثر الباقى خلال ١٥ يوماً (% موت)
ملاثيون فقط	٢٢٠	١٠٠,٠٠	٥٧,٥
ملاثيون + حديد	٣٠٠	٧٣,٣٣	٤٧,٥
ملاثيون + نحاس	٢٦٠	٨٤,٦٢	٥١,٦٨
ملاثيون + منجنيز	٢٨٠	٧٨,٥٧	٤٧,٥
ملاثيون + زنك	٣٢٠	٦٨,٧٥	٤٥,٨
ملاثيون + مخلوط العناصر	٣١٠	٧٠,٩٦	٤٧,٥

وجداول (٥-٦) . يوضح التأثير البيولوجى الفورى والباقي لمخاليط السوميسيدين (أحد البيثرثرينات المصنعة ، والدورسيان (الفوسفورى) مع الأسمدة الورقية المعقدة ضد دودة ورق القطن ، والتي ثبت منها حدوث تأثير معاكس في مجال مكافحة هذه الآفة ، علاوة على الأثر الجانبية الضارة على نباتات القطن .

وعموماً .. يمكن القول إن استخدام مخاليط المبيدات لا يحل مشكلة المقاومة ، وإنما يؤخر من ظهورها قليلاً ، وفي نفس الوقت يزيد المشكلة تعقيداً ، حيث تكون مقاومة لأكثر من مبيد . ومن المفضل عدم التسرع في استعمال مخاليط المبيدات ، تفادياً لظهور سلالة مقاومة لمبيدات من مجموعتين . وحفاظاً على مجموعة البيثرثرينات الخلقية يوصى بعدم خلطها بأى مبيد آخر أو منظم للنمو . ونجدر الإشارة إلى أن الخلط بين مبيدين من قبيل الاستثناء وليس قاعدة نلجأ إليه بداع وبدون داع . ويجب عند الضرورة خلط المركبات ذات الارتباط السالب ، بحيث نحصل على تأثير

جدول (٥ - ٦) : التأثير الالهادى لخاليط السومسيدين والأسمدة الورقية ضد دودة ورق القطن .

الخاليط	تركيز القاتل النصفى ت.ق. جزءاً في المليون	دليل السمية	نصف فترة الحياة (يوم)
سومسيدين فقط	٣,٥١	١٠٠,٠	١٧,٥
سومسيدين + بايقولان	٥,٢٤	٦٦,٩	١٥,٢
سومسيدين + استيميغول	٥,١١	٦٨,٨	١٦,٠
سومسيدين + فوكسال	٤,١٣	٨٥,٠	١٥,٠
سومسيدين + إيرال	٤,٦٥	٧٥,٥	١٤,٠
دورسيان فقط	٥,٨٨	١٠٠,٠	١٥,٠
دورسيان + بايقولان	١٠,٧٣	٥٤,٨	١٣,٠
دورسيان + استيميغول	٩,٣٤	٦٣,٠	١٢,٥
دورسيان + فوكسال	٩,٨٢	٦٠,٠	١٢,٠
دورسيان + إيرال	٥,٩٠	٩٥,٧	١١,٥

تشيطى ضد الآفات المستهدفة دون أية أضرار جانبية على النباتات والنباتات المعاملة بوجه خاص ، مع الأخذ فى الاعتبار ما يحدث من تغير فى السمية على الثدييات ، كما يجب أن يكون للمخلوط قيمة اقتصادية تتمثل فى تقليل تركيزات المبيدات المنفردة .

ثانياً : التشيط (أهمية ومدلولاته)

١ - المدلولات العلمية

التشيط Synergism ، أو ما يطلق عليه الإضافة الذاتية للسمية لمخلوط من مركبين يعتبر نوعاً من الفعل المشترك ، وهو عكس التضاد Antagonism ، والذي يعنى أن نشاط المخلوط أقل من أكثر مكوناته سمية . ومن الضروري ألا يكون للمنشط أى تأثير سام إذا عومل بمفرده فى حدود الجرعة المستخدمة فى المخلوط . وللمنشطات أهمية بالغة فى المجال التطبيقي تلخص فيمايل :

(أ) تزيد من كفاءة واقتصاديات عملية المكافحة ، حيث تخطط البيرويدات المرتفعة الثمن من المنشطات .

(ب) تزيد من مدى نشاط المبيدات الحشرية ، مثل استخدام السيفين مخلوط مع البيرونييل تيوكسيد وغيره من المنشطات لمكافحة قمل الجسم والذباب المنزلى .

(ج) تعمل على تجديد نشاط المبيد ضد السلالة الحشرية المقاومة له ، مثل استخدام DMC ،
 WARF كمنشطات لل D.D.T ضد سلالات الذباب المنزلي المقاومة لقطعه ، أى أن
 استخدام المنشطات يقلل من ظهور وتطور مقاومة الآفة لفعل المبيد .

قياس الفعل التنشيطي

هناك العديد من الاصطلاحات للتعبير عن فعل مغاليط المبيدات ، أو المواد الكيميائية ذات التأثير
 المنشط ، أهمها :

Potentiation

(أ) التقوية

يستخدم للتعبير عن الفعل الناتج من خلط مكونات كيميائية لكل منها تأثيره الخاص ، مثل خلط
 مبيدين معاً . وتكون درجة الاستجابة في حالة المخلوط أكثر من مجموع درجة استجابة نفس
 التركيز المستعمل في كل من المادتين على حدة . وعند التعبير عن زيادة مستوى الاستجابة باصطلاح
 التقوية تلزم معرفة أى من مواد المخلوط ترجع إليه زيادة درجة الاستجابة . ويطلق عليه في هذه الحالة
 المقوى Potentiator .

Synergism

(ب) التشبيط

يستخدم هذا التعبير في الحالات التي يكون فيها أحد مكونات المخلوط غير سام لو استعمل بمفرده
 بالكمية المستخدمة في المخلوط ، ولكنه يستطيع إظهار زيادة في التأثير إذا استخدم مع مركب آخر .
 ومن المهم الإشارة إلى أنه يمكن إطلاق اصطلاح Synergism في حالة خلط مبيدين معاً ، وذلك إذا
 كانت سمية المخلوط من المبيدين أكثر من مجموع سمية نفس التركيزين المستعمل في كل من المبيدين على
 حدة ، ولو أن اصطلاح التقوية Potentiation أكثر تحديداً ، خاصة إذا أمكن معرفة أى من المواد
 المخلوط هو المسبب لزيادة النشاط .

Antagonism

(ج) التضاد

إذا استخدم مركبان من المركبات الفعالة في معاملة الحشرة على صورة مخلوط ، فإن انخفاض
 النشاط الفعال للدرجة أقل من أكثر المركبات فاعلية يدل على التأثير المضاد للفعل السام Antagonism ،
 أو ما يطلق عليه التشبيط السلبي Negative Synergism .

Synergistic ratio (SR)

(د) نسبة التشبيط

يمكن تقدير نسبة التشبيط وفقاً للمعادلة الآتية

$$SR = \frac{LD_{50} \text{ للمبيد منفرداً}}{LD_{50} \text{ للمبيد مع المنشط}}$$

وتعطى هذه النسبة مقياساً دقيقاً لمعدل هدم المبيد . ويطلق عليها أيضاً درجة التشييط Degree of Synergism ، أو القوة التشييطية Synergistic activity ، أو التأثير التشييطي Synergistic effect ، أو معامل السمية المشتركة Co-toxicity Coefficient .

Types of joint action

(هـ) أنواع الفعل المشترك

تتميز المركبات ذات طريقة التأثير الواحدة بتوازي خطوط انحدارها . ويمكن إحلال هذه المركبات بالآخر في المخلوط ، كما يمكن التنبؤ بسمية المخلوط إذا كانت نسبة تركيز المكونات ذات التأثير المتشابه معروفة . أما إذا كانت مكونات المخلوط تؤثر على نظم كيميائية مختلفة ، فإن خطوط انحدارها تختلف في درجة ميلها . وقد أظهر Bliss أربعة أنواع مختلفة من الفعل المشترك السام ، وهي:

١ — التأثير المتشابه Similar action : حيث تعمل مكونات المخلوط مستقلة Independently ، ولكنها تتشابه في فعلها .

٢ — التأثير المستقل Independent action : حيث تكون مكونات المخلوط مختلفة ، كما أن لكل منها تأثيراً مستقلاً .

٣ — التأثير التشييطي Synergistic action : حيث تكون سمية المخلوط أكبر من مجموع مكوناته منفردة .

٤ — التأثير التضادي Antagonistic action : حيث يقلل أحد مكونات المخلوط نشاط المكون الآخر ، بحيث يكون الفعل السام الناتج أقل من أكثر المركبات فاعلية .

Mode of action of Synergists

٢ — طريقة فعل المنشطات

تعتبر عملية التشييط ضمن الظواهر المعقدة ، والتي تحكمها مجموعة من الاعتبارات ، مثل : نوع الحشرة — نوع المبيد — نوع مادة التشييط . وقد حاولت الدراسات المبكرة الربط بين الفعل التشييطي وبعض الظواهر الأخرى ، مثل : ثبات حجم قطرات الأيروسول ، ومعدل انخفاض في الصدمة القاتلة ، وتنبه نشاط الطيور ، ومنع هدم المادة السامة ، وزيادة تخلل المبيد داخل جسم الحشرة ، وتكوين المعقد الجزئي بين المبيد والمنشط ، إلا أن الدراسات الحديثة أوضحت أن التشييط يظهر كنتيجة لتداخل المنشط مع تمثيل المبيد الحشري الفاعل للسامة . وهناك بعض الآراء التي تشير إلى أن الفعل الرئيسي للمنشطات يعتمد على قدرة المنشط في تشييط النظم الإنزيمية المسؤولة عن تمثيل المواد السامة وإزالة سميتها ، أو يرجع إلى شغل المادة المنشطة لمواقع فقد المبيد وامتصاصه في الأنسجة الحية . وفي هذه الحالة تزيد الكمية الفعالة من المادة السامة داخل الكائن الحي المعامل وتكون المحصلة فعلاً تشييطياً . وعلى العكس من ذلك .. إذا كان تمثيل المبيد يؤدي إلى زيادة فعله السام ، فإن تشييط النظم الإنزيمية المسؤولة عن تمثيل المبيد قد يقلل من الكمية الفعالة للسم ، وتكون المحصلة فعلاً تضادياً ، أي أن درجة التشييط والتضاد هي المحصلة النهائية لجميع عمليات تمثيل

الحويى لجزءه المبيد ، أو قد يرجع إلى فعل يوكيميائى داخل جسم الحشرة ، أو إلى إيقاف عمليات الأكسلة البيولوجية .

وقد أظهرت الدراسة التى قلم بها Lindquist وآخرون عام ١٩٤٧ أن رش الذباب المنزلى بمادة البيرونيل سيكلونين Piperonyl cyclonene ، أو السيسامين Sesamin ، أو N-isobutyl undecylene amide ، أو بعد ساعة واحدة من المعاملة بالبيرثرينات لم يكن ذا تأثير يذكر . وعند تعريض الذباب المنزلى لمثقيات هذه المنشطات ، مثل : البيرونيل بيوتوكسيد Piperonyl butoxide ، والسيكلونين Cyclonene ، والسيسامين Sesamin ، والإيثيل بيرونيلات Ethyl piperonylate ، ون — برويل أيسوم N-propyl isome ، و N-isobutyl undecylene amide بمعدل ٤٠ ملليجرام/ قدم مربع ، يلها التعرض لمثقيات البيرثرينات بعد ٢٤ ساعة من معاملة المنشطات بمعدل ٠,٥ ملليجرام/ قدم مربع زادت ١٠ لات الصدمة القاتلة والوفاة بدرجة ملحوظة .

ورغم اختلاف مكان معاملة كل من المنشط والبيرثرينات ضد الذباب المنزلى ، إلا أن المحصلة النهائية لمعدلات الصدمة القاتلة والوفاة تعادل تقريباً ما يمكن الحصول عليه عند إجراء معاملة واحدة لكل من المادتين على منطقة معينة ، حيث لوحظ أن مستوى الفعل الناتج عن معاملة المنشط البيرونيل بيوتوكسيد على منطقة البطن ، والبيرثرينات على أجزاء الفم يتساوى مع إضافة كل من المنشط والمبيد على أى من منطقة البطن أو أجزاء الفم .

٢-١ طريقة فعل منشطات البيرثرويدات Mode of action of pyrethroid synergists

أظهرت الدراسات أن مركبات البيرثرويدات سريعة التمثيل فى الذباب المنزلى . ويعنى التمثيل فى البيرثرويدات فقد السمية . وعملية فقد السمية هى أساساً عملية تحلل مائى ، والتى يمكن إيقافها بإضافة المنشط البيرونيل بيوتوكسيد إلى البيرثرينات . وعلى العكس من ذلك .. فقد لوحظ انخفاض مستوى التنشيط عند إضافة البيرونيل بيوتوكسيد إلى الإليثرينات ، مما يوحى بأن الإنزيمات الهادمة للإليثرينات تختلف عن تلك الهادمة للبيرثرينات . وقد قام كل من Kearns & Chang بمقارنة تمثيل البيرثرين (I) والسينيرين (II) فى حشرة الذباب المنزلى . وأظهرت الدراسة أن أكثر من ٩٦٪ من الجرعة المتصصة يتم هدمها بعد ٤ ساعات ، ولوحظ أن معدل هدم السينيرين (II) كان أسرع ثلاث مرات من البيرثرين (I) . وكان ناتج الهدم وجود خمسة مملئات Metabolites غير سامة ، ثلاثة منهم ذات روابط إستيرية ، بالإضافة إلى حمض الكرايزانثيميك الناتج بفعل التحلل المائى ، والذى بلغت نسبته حوالى ٢,٦٪ من الجرعة المتصصة ، مما يدل على أن التحلل المائى ليس هو النظام المسئول عن الهدم وفقد السمية . وعند معاملة البيرثرويدات مع ١٠ أجزاء من السيسامكس تصل نسبة الامتصاص بعد ٤ ساعات إلى حوالى ٣٢ — ٤٣٪ فى البيرثرين (I) و ٣٦ — ٤٩٪ مع السينيرين (II) . ولم تظهر إلا آثار من المثل I وحمض الكرايزانثيميك ، مما يوحى بأن التنشيط بفعل السيسامكس إنما يرجع إلى قدرة المنشط على تنشيط النظم الهادم للسمية .

Site of detoxication

(أ) موقع النظام الهادم (الفاقد للسمية)

أدى انخفاض معدلات تنشيط الإليبرينات بالمقارنة باليثرينات إلى الاعتقاد بأن موقع النظام الهادام في اليثرينات والسينرينات إنما ينحصر في السلسلة الجانبية الألفايتية غير المشبعة بجزيء الكحول . وقد أظهرت الدراسات الحديثة الموضحة (جدول ٥ - ٧) بالجدول أن اليثرين (I) الذي يحوى رابطة (C=C) زوجية في السلسلة الجانبية يتم هدمه بمعدل أقل من السينرين (II) الذي يحوى رابطة (C=C) فردية ، ومع ذلك .. فإن اليثرين (I) ، والسينرين (II) لهما معدل تنشيط أكثر من الإليبرين وغيره من اليثرينيدات المختلفة القريبة منه ، والتي تختلف في طبيعة سلسلة الكحول الجانبية . وقد لوحظ أن إسترات حمض اليثرينك لليثرين (II) (معدل التنشيط ٨,٨) ، والسينرين (III) (معدل التنشيط ٢٢,١) لها قيم أو معدلات تنشيط أقل من النصف بالمقارنة بإسترات حمض الكريزانتيميك . وقد أدى إلى الاعتقاد بأن فقد السمية يتأثر بالجزء الهامضي .

جدول (٥ - ٧) : درجة السمية والتشطيب للبريودات في سلالة الذباب المنزلي الحساس .

نسبة التشييط	الجرعة القمية النصفية	القاتلة للذباب المنزلي	ميكروجرام/أنش ذبابة
١٠ : ١	٥٥	١٦,١	٢ (ك يد ٣) ٢
١٠ : ٢	١٧	٢,١٧	٢ (ك يد ٣) ٢
١٠ : ٣	٣٧	٢,٣٧	٢ (ك يد ٣) ٢
١٠ : ٤	٦٩	٤,٨	٢ (ك يد ٣) ٢
١٠ : ٧	٨٧	٦,٧	٢ (ك يد ٣) ٢
١٠ : ٣	٩٦	٣, —	٢ (ك يد ٣) ٢
١٠ : ٢	٢٠	٥,٢	٢ (ك يد ٣) ٢

Relaion of structure to Synergism

(ب) علاقة التركيب بمستوى التشييط

يعتبر مركب N-isobutyl undecylene amide من أول المنشطات الهامة التي استخدمت مخلوطة مع البيثرينات بمعدل ١٠ أمثال تركيز البيثرينات في صورة مسحوق لمكافحة القمل . وقد نشط هذا المركب فعل البيثرينات بمعدل ١٠٠ مرة . وأظهرت الدراسة على القمل التشييطي لمركب زيت السيسام Sesame oil أن معدل النشاط يعتمد على مجاميع 3,4-methylene dioxy phenyl في الجزيء . ولم تعط الدراسات صورة واضحة للعلاقة بين التركيب الكيميائي للمركب ومستوى تشييطه ، وذلك للأسباب الآتية :

- ١ — استخدام مخلوط معقد من البيثرينات والإليثرينات ، حيث يقوم المنشط بتشيط كل منها بدرجات متفاوتة .
- ٢ — استخدام طريقة المعاملة بالرش لم تسمح بمعاملة جرعة ثابتة لكل حشرة . وقد يختلف ذلك باختلاف مستوى تنبيه نشاط الطيران .
- ٣ — لم تكن طريقة الاختبار المستخدمة كافية لتقدير نسبة التشييط .

وقد أظهرت الدراسات التي أجراها Beroza & Barthel عام ١٩٥٧ على أكثر من ٢٠٠ منشط بيثريني من نوع Methylene dioxy-1-substituted benzenes أن معظم الفعّل التشييطي يحدث مع ألكيل ، أو الإستر ، أو الإيثير ، أو الأميد ، أو السلفون ، أو السلفوكسيد ، أو الأستيل ، أو مخلوط منها ، بينما تكون المجاميع الإحلالية القطعية ، مثل : حمض الكربوكسيلك ، والمهيدروكسيل أمين ، والكاربامات ، والهاليد أقل نشاطاً .

وقد أشار بعض الباحثين إلى أن السلسلة الجانبية لجزيء Methylene dioxy phenyl هامة جدًا لتسهيل نفاذية وتوزيع المنشط في الوسط الحيوي Biophase ، حتى يصل إلى مكان التأثير . وكلما كانت السلسلة الجانبية ذات درجة ذوبان عالية في الدهون ، زادت قدرة المنشط على التداخل مع الإنزيم الهادم المفقّد للسمية .

Selective and detoxication

(ج) التخصص وفقد السمية

من المحتمل ارتباط تخصص البيثرينات بسرعتها في المدم . وبمقارنة قيمة LD₅₀ القمية لذكور وإناث الذباب المنزلي عند المعاملة بالبيثرينات والسينيرينات النقية لوحظ أن الذكور أكثر حساسية من الإناث بمعدل الضعف ، ويظهر ذلك أيضاً في مركبات الكاربامات . وقد يرتبط ذلك نسبياً بمستوى إنزيم الفينوليز Phenolase في كلا الجنسين .

Mode of action of carbamate synergists

طريقة فعل منشطات الكاربامات

تشمل مجموعة مركبات الكاربامات إسترات N-methyl ، N,N-dimethyl carbamyl ، وهي تختلف فيما بينها كثيراً في الفينولات ، و Heterocyclic ends والأوكسيمز Oximes . ويهدم هذه المركبات إلى

مكونات أقل سمية في الذباب المنزلي ، مما أدى إلى إجراء دراسات مستفيضة عن مدى تشيبتها . وقد أظهرت الدراسات أن التعديلات الطفيفة في عطرية الحلقات ، أو في مواقع الإحلال ، أو في السلاسل الجانبية على الحلقات (من سلسلة متفرعة إلى سلسلة جانبية مستقيمة) ، أو في مستوى تشبع السلاسل الجانبية كلها تؤدي إلى إظهار درجات متباينة في نسبة التشييط .

وقد أوضحت النتائج أن منشطات البيثرينات ، مثل : البيرونييل بيوتكسيد ، ون — برويل أيسوم ، والسلفوكسيد تعمل على زيادة مستوى سمية العديد من مركبات الكاربامات ضد الذباب المنزلي ، والصرصور الألماني ، ومن القول . ويؤدي خلط ٥٠ جزءاً من البيرونييل بيوتكسيد مع جزء واحد من الكارباريل إلى تحريك خط السمية للذباب المنزلي إلى ٥٠ ضعفاً جهة اليسار . وقد وجد أن السيسامكس يزيد من نشاط الكلبريل ضد السلالة الحساسة للذباب المنزلي ، وكذا السلالات المقاومة للد.د.ت . والباراثيون ، ونسبة أقل من ١٠ ميد : ١ منشط .

أهم الإنزيمات الهادمة للكاربامات هي : Mixed function oxidases ، و Tyrosine و phenolase ويتم تشييط إنزيم phenolase بفعل المنشط من نوع Methylene dioxy phenyl . وتوضح العلاقة بين التركيب والنشاط أن أفضل نتائج تشييط الإنزيمات الهادمة يتم التوصل إليها عند تفاعل حلقة Methylene dioxy مع الجانب النشط لبروتين الإنزيم ، ويعقبه هجوم أيون Benzodioxolium (المحب للإلكترون) على المجموعة المحبة للنواة في الإنزيم ، وبذلك يتم تشييط إنزيم Phenolase ، وبالتالي يصبح غير قادر على تكوين معقد مغلبي مع أيون Percupryl (Cuo+. oCu+) الذي يساعد دائماً في إتمام تفاعل الهيدروكسلة . ويحدث أقصى ارتباط (أقصى مستوى تشييط الإنزيم) حينما توجد نقطتان نموذجيتان للاتصال بالمشيط .

وتعتمد نسبة التشييط أساساً على التأثير التشييطي الداخلي Intrinsic inhibitory effect ، على الإنزيم الهادم ، وكذا القدرة على النفاذ إلى مكان التأثير . وتزداد نسبة التشييط مع الكمية النسبية للمنشط ، والتي تصل إلى أقصاها عندما تبطل تماماً النظام الهادم للسمية .

(أ) موقع الهدم في مركبات الكاربامات Site of detoxication of carbamates

أظهرت الدراسات أن تمثيل السيفين (الكلبريل) في الحشرات وكبد الفئران يرجع إلى حدوث عملية هيدروكسلة لمجموعة N-methyl في المواقع — ٤ ، — ٥ ، و ٦،٥ لحلقات البنثالين . وقد اقترح البعض إمكانية تأخير الهدم (الهيدروكسلة) بتخليق مركبات فلورينية متخصصة ، حيث وجد أن 5-F Carbaryl أكثر سمية من الكلبريل ، بينما كان 4-F-Carbaryl أقل سمية ، مما يوحي بأن الموقع (—٥) هو أكثر المواقع تعرضاً للهجوم .

(ب) العلاقة بين التركيب ومسعى التشييط Synergism Relation of structure to

تظهر منشطات البيثرينات Methylene dioxy phenyl (1,3-benzodioxole) فعلاً تشييطياً لمركبات

الكاربامات . وقد أظهرت التجارب أهمية تركيب الميثيلين ديوكسى في تنشيط الكارباميل . وتلعب طبيعة السلسلة الجانبية دوراً هاماً في تحديد مستوى نسبة التنشيط ، وتتراوح بين ١٢ للأثيروجين إلى ٩٠ لمجموعة (ك يدى) ، ثم تنخفض إلى ١٨ مع مجموعة (ك. ١. يدى) . ويزداد التنشيط إلى ١٢٨ مع أسترة المجموعة الكحولية لتكوين البنزوات .

ويتفاوت الفعل التنشيطى تبعاً لطبيعة تركيب الموقع (هـ) ، حيث تصل نسبة التنشيط إلى ٣٠ إذا كان (كل) ، و٣٢ في حالة (ك يدى) ، و٨٢ مع (ك يدى) ، و٩٠ إذا كانت (ن أ) . كما تمت دراسة تأثير كريمة Carbamylation كحول 3,4-methylene dioxy benzy alcohol على نسبة تنشيط الكارباميل . وتختلف قيم نسب التنشيط تبعاً لمجموعة الإحلال (ن) ، حيث تصل إلى ٩٢ في حالة مجموعة (ن يدى) ، و٣٢ مع مجموعة (ن يدى ك) ، و١٩٦ مع مجموعة (ن يدى) ، و١٦٣ مع (ن يدى) . وهذه النتائج توضح التنشيط الذى لمركب الكاربامات السام 3,4-methylene dioxy phenyl N-methyl Carbamate ، حيث لوحظ أن هذا المركب شديد السمية ، رغم أنه ذو درجة نشاط منخفضة كمضاد لإنزيم الكولين إستريز ، ولا يتم تنشيطه بمركب البرونيل بيوتكسيد .

أثبتت التجارب أن وجود ثلاث ذرات أثيروجين حرة في مجموعة الميثيلين ديوكسى فينيل ضرورى وهام لزيادة مستوى التنشيط .

٢-٢ طريقة فعل منشطات المبيدات الفوسفورية العضوية

Mode of action of organophosphate synergists

لعل تركيب المبيدات الفوسفورية واختلاف طرق تمثيلها ونظم فقدانها للسمية يزيد من صعوبة التوصل إلى استنتاج عام بالنسبة لطريقة فعل منشطات هذه المجموعة من المركبات . ومن المعروف أن المبيدات الفوسفورية العضوية هي إسترات لأحماض الفوسفوريك والفوسفونيك ، وعليه فإن التحلل المائى للرابطه الإسترية يعتبر نظاماً تمثيلياً واضحاً لهذه المجموعة من المبيدات . ومن السهولة تفاعل ذرة فوسفور الإستر المحبة للإلكترونات Electrophilic مع المجموعة المحبة للنواة Nucleophilic ، مثل الأميدازول ، وذلك عند الجانب النشط لإنزيم الكولين إستريز الذى يحد مستوى نشاط الإنزيم .

Activation

(أ) التنشيط

هناك العديد من المبيدات الفوسفورية العضوية الهامة التى تندرج تحت الفوسفوروثيونات Phosphoro thionates ، وهى تشتمل على مجموعة (فو = ك ب) . ونظراً لانخفاض اختلاف الإلكترونات السالبة Electronegativity بين (فو ١، ٢) ، وكب (٢، ٥) ، فإن ذرة الفوسفور تكون محبة للإلكترون بشكل منخفض ، وذلك بالمقارنة بالمشابه (فو = أ) التى تصل فيه هذه الاختلافات إلى (٣، ٥) ، وعليه .. فإن إسترات (فو = ك ب) أقل نشاطاً وتفاعلاً مع إنزيم الكولين إستريز بمقدار

١٠٠٠ مرة ، وتكون أكثر ثباتاً للتحلل المائي بمقدار ١٠ - ١٠٠ مرة ، وذلك بالمقارنة بمجموعة (فو = أ) ويعتبر التحول الانزيمى لمجموعة (فو = كب) إلى (فو = أ) خطوة هامة في تنشيط المركب وزيادة سميته . وقد أظهرت الدراسات الحديثة حدوث فقد للكبريت *Desulfuration* كنتيجة لفعل إنزيمات *Microsomal Oxidases* في الأجسام الدهنية للصرصور الأمريكى . ويحتاج هذا التفاعل إلى جزئى أكسجين ، وإلى $(NADPH_2)$ وإلى Mg^{++} . ويتم تنشيط إنزيمات *Microsomal oxidases* بفعل المنشطات ، مثل : البيرونيل بيوتكسيد ، والسيامكس ، ون - برويل أيسوم ، والسلفوكسيد ، و MGK 264 ، و SKF 252A ، و WARF ، ولو أنه في هذا المثال تعمل المنشطات كمضادات تعرق تنشيط الفوسفورثيونات إلى الفوسفات . وقد وجد Sun & Johnson عام ١٩٦١ نسب التنشيط التالية عند رش السيامكس بتركيز ١٪ على الذباب المنزلى ، وذلك مع مركبات الفوسفور وثيونات : (٠,٧٠) EPN ، و(٠,٦٣) الباراثيون ، و(٠,٤١) الميثيل باراثيون ، و(١,١) الملاثيون ، و(١,٨) الجليثيون .. وقد بلغت نسبة التنشيط بإضافة المنشطات المختلفة مع الميثيل باراثيون القيم التالية : (٠,٨٦) البيرونيل بيوتكسيد ، و(٠,٨٤) ن - برويل أيسوم ، و(٠,٤١) السيامكس ، و(٠,٩١) السلفوكسيد .

ومن هذه التجربة يمكن استنتاج أن مركبات الميثيلين ديوكسى فينيل قد تحدث أثراً تشبيهاً أو تضاداً للمبيدات العضوية ، حيث إنها تنشط الأكسدة البيولوجية *Biological oxidation* التى قد تنشط ، أو تبطل مفعول المبيدات الحشرية .

لوحظ من خلال التجارب التى أجراها Sun & Johnson على منشط السيامكس أن هذا المركب يعمل كمنشط للمركبات الفوسفورية العضوية التى تحتوى على مجموعة أمينو ، أو مجموعة أميدو . وقد لوحظ أن قيمة معامل السمية المشتركة في السلالة الحساسة للذباب المنزلى تصل إلى ٤٠ أو أكثر ، بينما تصل القيمة إلى ٣٠ في السلالة المقاومة . وقد تنخفض سمية المركبات التى تحتوى على مركبات Thiono عند إضافة السيامكس (تصل قيمة معامل السمية المشتركة حوالى ٠,٣) ، ويطلق على هذه الحالة بالفعل التضادى . وقد فسر نفس العالمين الفعل التشبهي للسيامكس في مخلوط المبيدات الفوسفورية العضوية على أساس قدرته على تنشيط تفاعلات الأكسدة البيولوجية ، والتى تتضمن نشاط الثيونوفوسفات ، حيث إن تنشيط نظم الأكسدة بواسطة السيامكس تزيد من الفعلسمى للإسترات المحتوية على مجموعة أميدو .

أظهرت بعض التجارب الفعل المقوى لخاليط إسترات الأحماض الفوسفورية ، وعلى سبيل المثال .. فإن EPN-oxide يبطئ إنزيم الملاثيون *Malathionases* (الإنزيمات التى تقوم بتمثيل الملاثيون في كبد الفأر والإنسان) ، وتكون النتيجة ظهور فعل مقو مع مخلوط EPN-O . وعلى العكس .. فإن البارالوكسون يبطئ بوضوح مجموعة إنزيمات الكربوكسيل إستريز في كبد الإنسان والفأر ، وعليه . فإن فعله المقوى للملاثيون غير واضح .

قام Flapp وآخرون بدراسة تنشيط الملاثيون ضد سلالة الذباب المنزلى المقاومة له بمعدل ١٠٠٠ مرة . وعند استخدام المنشط بنسبة ١:١ مع الملاثيون أمكن الحصول على نسب التنشيط التالية :

Tributyl phosphorotrichioate (٧٧) ، و Tributyl phosphate (٧٢) ، و Triiso propyl phosphorotetrathioate (٢١) . وقد وجد أن أكثر المنشطات كفاءة هي التي تعمل كمثبطات لإنزيمات الأليستيريز في الذباب المنزلى . وتمت أيضاً دراسة تنشيط الملاثيون ضد يرقات بعوض الكيولكس *Culex tarsalis* المقوم ١٠٠ مرة للملاثيون . وقد تلوحت نسب التنشيط ما بين ٨٠ — ١٠٠ مرة إذا كانت نسبة المنشط إلى الملاثيون هي ١:١ ، وذلك مع المنشطات التالية :

Tributyl phosphorotrichioate ، و Tributyl phosphorotrichioate . وتعمل جميع هذه المركبات على زيادة تراكم الملاثيوكسون (الصورة النشطة للملاثيون) في السلالة المقاومة . وبما سبق .. يمكن القول إن اختلاف الفعل التنشيطي في الذباب والبعوض المقوم إنما يرجع إلى وجود نوعين من المقاومة ضد الملاثيون ، هما :

(أ) تعزى المقاومة في الذباب المنزلى إلى إنزيم الأليستيريز الطفرى أو الفوسفاتيز *Mutant aliestrase (phosphatase)*

(ب) ترجع المقاومة في يرقات البعوض إلى وجود مستويات مرتفعة من إنزيمات الكربوكسى إستيريز . وقد وجد أن EPN منشط لإنزيم الكربوكسى الذى يهاجم الملاثيون والملاثيوكسون في كبد ودم الثدييات ، حيث يتكون مركب EPN-Oxon الذى يقوم بتنشيط إنزيم الكربوكسى إستيريز ، وذلك بفسفرته للجانب النشط من الإنزيم .

٢ — ٣ طريقة فعل منشطات الـ د.د.ت Mode of action of DDT Synergists

تعتبر المنشطات مركبات فعالة مع د.د.ت ، والذى يتميز بسرعة فقد له للسمية في سلالات الذباب المنزلى المقاومة لفعله . وتتميز السلالات الحساسة للذباب المنزلى بقدرتها على تمثيل الـ د.د.ت ببطء إلى DDE . وقد وجد في سلالة بيركلى الحساسة أن ٦٩٪ من الـ د.د.ت يتم تمثيله إلى DDE في خلال ٢٤ ساعة ، وذلك عند معاملته قيمياً بجرعة حوالى ٠,٠٥ ميكروجرام ، بينما لوحظ أن سلالة يلفلور للذباب المنزلى يتم تمثيلها نسبياً بعد ٢٤ ساعة من المعاملة القمية لـ د.د.ت ، حيث يتحول ٨٥٪ من الجرعة الداخلة إلى DDE .

لوحظ أن منشط البيرونيل سيكلونيل يقلل من LD₅₀ لسلالة يلفلور من ٧,٤ إلى ١,١ ميكروجرام/ أنثى ذبابة ، وذلك عند المعاملة بنسبة ٣٠ — ١:١٠٠ ، وهذه المعاملة تقلل من معدل تكوين DDE . وعند معاملة إناث سلالة يلفلور المقاومة بجرعة من د.د.ت مقدارها ٢,٥ ميكروجرام ، فإن ٩٢٪ من الـ د.د.ت يمتص ويتحول إلى DDE ساعة ، بينما عند إضافة ٢٥ ميكروجرام من البيرونيل سيكلونيل مع د.د.ت ، فإن ٣٨٪ فقط من الـ د.د.ت الممتص يتحول إلى DDE .

أجريت مجموعة من الاختبارات الأولية للدراسة فاعلية ٢٤٠٠ منشط ضد الذباب المنزلي المقاوم لـ د.د.ت بمعدل جزء واحد من المنشط : ١٠ أجزاء د.د.ت . وقد أظهرت الدراسة أن ١٧ مركباً كانت أفضل أو مساوية لفاعلية المنشط DMC . وفي الاختبارات المتقدمة أظهرت ثلاثة مركبات فقط فاعليتها كمنشطات لـ د.د.ت ضمنها المنشط DMC ، كما وجد أن المعاملة القمية بمركب SKF-525A ضد حشرة *Trinotoma infestans* قبل المعاملة بالـ د.د.ت بمدة ٢٤ ساعة تزيد من سمية الـ د.د.ت بشكل واضح ، وتقلل من تمثيله إلى مركب الكلثين بمعدل ٦٠٪ بالمقارنة بالعادي .

وفي تجارب أخرى قيمت فاعلية ١١٥ منشط مع كل من الـ د.د.ت والميثوكسي كلور بمعدل ١ : ١٠ ، ٣ : ١٠ على الترتيب عند المعاملة بطريقة المتبقيات ، وكانت أكثر هذه المنشطات كفاءة خمسة منشطات ، منها DMC .

وجد من خلال الدراسة أن العديد من المركبات القريبة الشبه من الـ د.د.ت (من حيث التركيب) كانت منشطات فعالة ، حيث تعمل هذه المركبات على الاتحاد مع إنزيم DDT-dehydrochlorinase ، وبذلك تتيح الفرصة لمبيد الـ د.د.ت حتى يحدث تأثيره . وتوجد اعتبارات أخرى تحكم معدل تنشيط المركبات لـ د.د.ت ، وهي حجم وطبيعة مجاميع المركب المتصلة بـ Methylene bridge ، حيث لوحظ ارتفاع مستوى التنشيط إذا تميزت المنشطات بوجود :

- (أ) المجاميع لها نفس حجم وشكل جزيء Trichloro ethane في مركب الـ د.د.ت .
- (ب) المجاميع التي لا تفقد سميتها بفعل DDT-dehydrochlorinase أو بغيره من الإنزيمات الفاعلة للسمية .

وعموماً .. يمكن القول إن تنشيط مشابهاً الـ د.د.ت أقل في درجته من الـ د.د.ت ، ويرجع ذلك إلى النشاط النسبي لإنزيم DDT-dehydrochlorinase على مشتقات الـ د.د.ت .

وعموماً .. فقد أظهرت الدراسات أن منشطات الـ د.د.ت من مجموعة WARF لها القدرة على تثبيط الإنزيم المحلل لـ د.د.ت (DDT-dehydrochlorinase) ، كما ظهر أن المركبات المحتوية على مجموعة الميثيلين ثنائي الأوكسي فينيل كان لها تأثير تثبيطي مع بعض المركبات الكلورينية ، وتأثير تضادى مع مركبات أخرى ، مثل الألدرين ، والمبتاكلور . وقد يرجع ذلك إلى تثبيط عملية الأكسدة الحيوية اللازمة لهذه الجزيئات لزيادة فعالها السام .

٣ - نماذج لبعض المنشطات

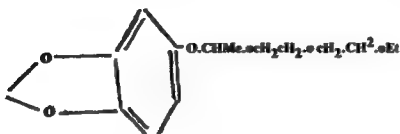
١ - مركبات تحوى مجاميع الميثيلين ثنائي الأوكسي فينيل

Sesamex (Sesoxane)

(أ) السيسامكس

وزنه الجزيئى (٢٩٨,٣) - رمزه الكيميائى ك١٥٠ يد٢٢٠٠ - التسمية العلمية (2-ethoxy-1-[1-2]

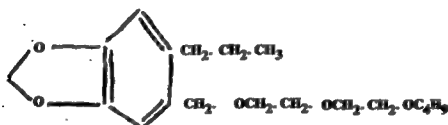
ethoxy] ethoxy] ethoxy]-1,3-benzodioxole سائل قرنفل — ذو رائحة ضعيفة — درجة غليانه ١٣٧ — ١٤١ م° — يذوب في الكيروسين كما يذوب في داي كلورو داي فلورو ميثان — غير ثابت في ضوء الشمس أو مع المساحيق الحاملة — منشط للبيرثرينات والإلثريينات — نصف الجرعة الفمية الحادة المميتة للفئران = ٢٠٠٠ — ٢٢٧٠ ملليجرام/كجم .



Piperonyl butoxide

(ب) البيرونيل بيوتوكسيد

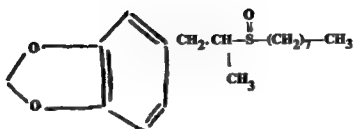
وزنه الجزيئي (٣٣٨,٤) — رمزه الكيميائي $\text{C}_{12}\text{H}_{18}\text{O}_3$ — التسمية العلمية 5-[2-(2-butoxy ethoxy ethoxy methyl)-6-Propyl-1,3-benzodioxole زيت لونه قرنفل باهت درجة غليانه ١٨٠ م° — ثابت في الضوء مقاوم للتحلل المائي — منشط للبيرثرينات والمبيدات الحشرية الأخرى — نصف الجرعة الفمية الحادة المميتة للفئران والأرانب = ٧٥٠٠ ملليجرام/كجم يستخدم مع البيرثرينات بنسبة ١:٥ — ٢:٠ ، ودائماً بنسبة ١:٨ .



Sulfoxide

(ج) السلفوكسيد

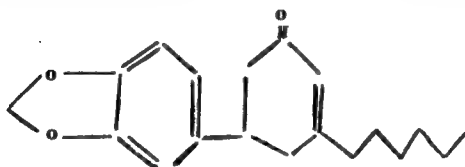
وزنه الجزيئي (٣٢٤,٥) — رمزه الكيميائي $\text{C}_{12}\text{H}_{18}\text{O}_3$ — التسمية العلمية 1-methyl-2-(3,4-methylene dioxy phenyl) ethyl octyl sulphoxide لا يذوب بسهولة في الماء — قابل للذوبان في معظم المذيبات العضوية — ثابت تحت الظروف العادية — وهو منشط للبيرثرينات والإلثريينات . نصف الجرعة الفمية الحادة للفئران = ٢٠٠٠ — ٢٥٠٠ ملليجرام/كجم .



Piperonyl Cyclonene

(د) البيرونيل سيكلونين

رمزه الكيميائي ك ١٩ يد ٢٢٢ — التسمية العلمية 5(benzodioxol-5-yl)-3-hexylcyclohex-2- enone

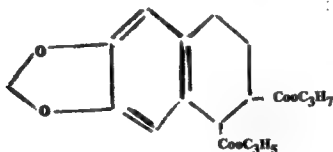


Propyl isome

(هـ) البرويل أيسوم

رمزه الكيميائي ك ٢ يد ٢٢٢ — التسمية العلمية .

dipropyl 1,2,3,4-tetrahydro-3-methyl-6,7- methylenedioxy naphthaleno-1,2-dicarboxylate



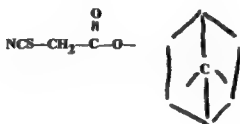
أظهرت هذه المجموعة من المركبات تأثيراً تنشيطياً واضحاً لمركبات البيرثرين والإثيرين . وقد لوحظ أن هذه المنشطات تزيد من الفعل السام لمبيدات الكاربامات ، حيث أظهرت تأثيراً منشطاً على الأيسولان والبيرولان ضد ذبابة الدروسوفيلا ، بينما كان لمنشط البيرونيل بيوتكسيد تأثير تضادى لسمية الأندرين والبيولان ضد براغيث الماء ، كما أثبتت هذه المركبات تأثيراً تنشيطياً للمبيدات

الفوسفورية ضد الذباب المنزلى ، مثل : مييد الكومافوس ، و EPN ، والديازينون — وقد أظهرت تجارب التنشيط أن مجموعة الميثيلين ثنائى الأوكسى فينيل ضرورية جداً لإحداث التنشيط ، ولا يمكن إحلال مجموعة أخرى مشابهة ، مثل ثنائى الميثوكسى .

Organothiocyantes

٢ — مركبات الثيوسيانات العضوية

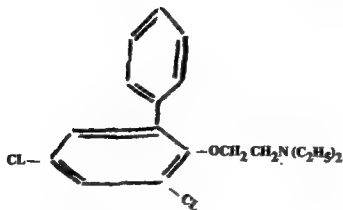
من أهم هذه المجموعة مركب الثانيت Thanite التى أظهرت الدراسة فاعليته التنشيطية على بعض مبيدات الكاربامات . وقد لوحظ أن البيرونييل ثيوسيانات أظهر تأثيراً منشطاً يماثل مركب البيرونييل بيوتكسيد فى استعماله مع السيفين ، كما أنه يزيادة طول السلسلة الألكيلية فى مشتقات الألكيل ثيوسيانات لزداد التأثير التنشيطى . ومركب الثانيت رمزه الكيميائى ك_{١٢}هـ_{١٤} ن_٢ ك_٢ (Iso barny thiocyanacetate) .



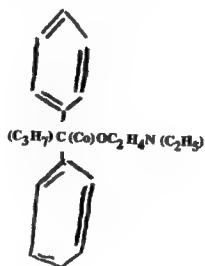
Lilly 18947

٣ — مشابهات

تم اختيار عديد من مشابهات Lilly 18947 ، و SKP 525A مع السيفين والبرولان ضد سلالة حساسة من الذباب المنزلى . وقد أظهر المركب الأول تأثيراً تنشيطياً مع السيفين ، ولم يكن له تأثير مع البرولان ، بينما أعطى المركب الثانى تأثيراً تنشيطياً مع البرولان .



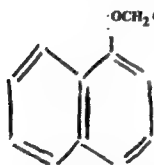
Lilly 18947



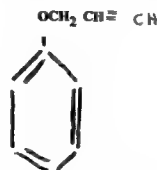
SKP 525A

٤ - مشتقات الفينيل إثير

اخترت مشتقات ٢ - بروبيتيل فينيل إثير مع أحد عشر مركباً من الكاربامات ضد الذبابة المنزلية . وكان لهذه المشتقات تأثير منشط بلغ من ٢ - ٥ مرات قدر مشتقات الميثيلين ثنائي الأوكسي فينيل ، وظهر أن لها مدى واسع التأثير على العديد من المركبات ، كما أن مشتقات ١ - نفتيل ٣ - بيوتينيل إثير أعطت نسبة تنشيط عالية جداً ، ولم يظهر لها أى فعل منشط مع السيفين ضد الفأر الأبيض . وقد يفتح هذا الاكتشاف مجالاً للبحث عن مركبات لها تأثير اختياري في التنشيط بين الحشرات والتدنيات .



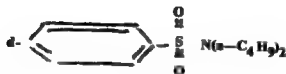
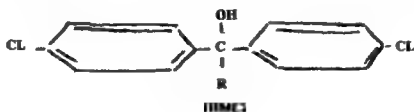
- Naphthyl 1,3-butenyl ether



2-propenyl phenyl ether

٥ - منشطات ال د.د.ت

وجد أن مشتقات الهيدروكسي ، مثل DMC ، لها تأثير تنشيطي واضح على ال د.د.ت ، كما تعتبر مشتقات البنزين سلفون أنيليد ، مثل WARF ، منشطات متخصصة لإنزيم DDT-dehydrochlorinase ، كما وجد أن لهذه المركبات خاصية تنشيط جزئية ال د.د.ت ضد الحشرات لفعله ، لذا يطلق عليه . WARF anti-resistant



(WARF)

الفصل السادس

مبيدات البيض

أولاً : مقدمة

ثانياً : العوامل التي تؤثر على كفاءة مبيدات البيض

ثالثاً : أنواع مبيدات البيض — استخداماتها — طريقة فعلها

رابعاً : إمكانيات استخدام مبيدات البيض في المستقبل

الفصل السادس

مبيدات البيض

Ovicides

أولاً : مقدمة

تعتبر مبيدات البيض Ovicides نموذجاً ممتازاً للمبيدات المتخصصة Selective pesticides التي تمثل إحدى الركائز الأساسية في برامج التحكم المتكامل للآفات (IPM)، بحيث يمكن استخدامها عند عجز الوسائل الأخرى غير الكيميائية في تحقيق مكافحة فعالة ضد الآفة المستهدفة. وتحتاج مبيدات البيض إلى توقيت مناسب في التطبيق يضمن وجود البيض بتعداد مناسب مع تواجده في مكان مكشوف معرض للمبيد. ولعل استعراض هذا الموضوع يوضح مدى الحاجة الماسة للاهتمام به في برامج مكافحة الآفات بجمهورية مصر العربية.

تتفاوت الأطوار المختلفة للحشرة في حساسيتها للمبيدات. وتتمثل الحساسية النسبية للأطوار المختلفة في مدى قدرة المادة السامة على اقتحام نقاط الضعف في الحشرة. ويرجع اختلاف الحساسية إلى اعتبارات كثيرة، بعضها له علاقة بالنواحي الفسيولوجية للحشرة، والآخر خاص بمعاملة المبيد ضد الآفة مجال المكافحة. وفي بعض الأحيان يعتبر طور البيضة أكثر الأطوار حساسية للمبيد، إلا أنه لم ينل الاهتمام الكافي في مجال مكافحة الآفات حتى الآن، ومع ذلك فقد خططت بعض برامج المكافحة على التدخل باستخدام المبيدات ضد طور البيضة.

ويعتبر طور البيضة وحدة متكاملة للدراسة، حيث توضح عمليات تنابع النمو الجنيني العلاقة بين التركيب والدور الوظيفي. وقد تساعد في إلقاء الضوء على طريقة فعل السموم على بعض النظم البيوكيميائية في البيضة. ومع تقدم الدراسات في مجال مزارع الأنسجة Tissue culture واستخدام المثبطات المتخصصة Selective inhibitors يمكن الاستفادة من الدراسات الجنينية في إلقاء الضوء على

مدى نمو ووظيفة التكوينات الخلوية المختلفة بالجنتين . ومن الجدير بالذكر ان الألوان المميزة لبعض أنواع البيض تعطي دلالة واضحة على مرحلة النمو الجنيني . وهناك بعض الأنواع المزودة بكوريون شفاف ، والذي يسمح بالملاحظة المباشرة لمدى النمو الجنيني .

الاعتبارات التي تعمل على زيادة كفاءة مييدات البيض

Prerequisites for ovicidal effectiveness

يختلف طور البيضة من حيث مكان وجوده ، وميعاد تزايده ، وفترة الحضانة ، والحساسية الفسيولوجية باختلاف نوع الحشرة . وتقيد دراسة هذه الاختلافات عند وضع برامج المكافحة ضد آفة ما . وتتلخص الاعتبارات التي تعمل على زيادة كفاءة مييدات البيض فيما يلي :

- ١ - يلزم أن يوجد البيض في مكان معرض ومباشر للتركيز القاتل من المبيد .
- ٢ - من الضروري أن يكون البيض حساساً للتأثير السام للمادة الكيميائية .
- ٣ - يجب توافر تعداد نسبي كاف من البيض ، حتى يمكن إجراء المعاملة الكيميائية .

ثانياً : العوامل التي تؤثر على كفاءة مييدات البيض

Factors affecting the efficiency of ovicides

Location of the eggs

١ - مكان البيض

ترجع قدرة الحشرة على التكيف مع البيئة المحيطة إلى التخصص الدقيق للنوع ، حيث تختار الأنثى المكان المناسب لوضع البيض ، بحيث تتوافر في هذا المكان الظروف الملائمة لنمو وتطور النسل الناتج . وتضع الحشرات التي تتغذى على النبات بيضها في أو على أو بالقرب من العائل النباتي . ولاتنتج المعاملة المباشرة للمييدات عند وجود البيض داخل أنسجة العائل النباتي . وقد يتأثر البيض بالمعاملة الكيميائية نتيجة الفعل المدخن للمبيد ، أو لأثره الجهazy .

ويختلف مكان وضع البيض في الأنواع المختلفة من الحشرات ، فمثلاً تضع إناث فراشة *Argyrotaenia velutinana* (التي تتواجد في موسم الرياح) بيضها على جنوع أو فروع الأشجار ، والبعض الآخر يضع بيضه على المجموع الخضري ، كما يلاحظ أن الأفراد الصيفية للأكاروس الأوروبي الأحمر *Panonychus ulmi* تضع بيضها على المجموع الخضري ، بينما تضع الأفراد الشتوية بيضها على الأفرع . ويساعد مكان وجود البيض في نجاح عملية المكافحة من حيث سهولة أداء المعاملة ، وضمان وصول السم بالتركيز القاتل للهدف . وقد يختلف متبقى المبيد تبعاً للأسطح المعاملة ، وهو عامل هام ومؤثر في تحديد فاعلية مييدات البيض .

كما هو الحال في أطوار الحشرة المختلفة يوجد تفاوت كبير في مستوى حساسية البيضة للمبيد ، وذلك في أنواع الحشرات المختلفة . ورغم أهمية الاختلاف في مستوى الحساسية عند تقييم برنامج مكافحة المتخصصة ، إلا أنه لم يلق الاهتمام الكافي حتى الآن . وتختلف استجابة البيض للزيوت البترولية تبعاً لنوع الحشرة ، فهناك بعض الأنواع الحساسة ، مثل كثير من حرشفيات الأجنحة ، بينما تظهر بعض أنواع من متشابهة الأجنحة Homoptera مستوى منخفضاً من الحساسية . وقد يرجع ذلك إلى الاختلاف في قدرة الكوربيون على امتصاص الأكسجين .

وقد أجريت بعض الدراسات عن مدى اختلاف مستوى حساسية البيض تجاه المبيدات الفوسفورية العضوية . وقد لوحظ أن بيض بقة اللبن الكبيرة *Oncopeltus fasciatus* يظهر مقاومة عالية للباراثيون ، بينما يظهر كثير من الحشرات التابعة لحرشفية الأجنحة والأكاروس مستوى مرتفعاً من الحساسية تجاه نفس المبيد . وقد تتغير حساسية البيضة لمبيد ما أثناء مراحل النمو الجنيني ، كما تختلف العلاقة بين عمر البيضة ومستوى الحساسية تبعاً لاختلاف المبيد ونوع الحشرة . وقد تتفاوت درجة الحساسية بين البيض الساكن وغير الساكن لنفس نوع الحشرة ، ويعزى ذلك إلى اختلاف طبيعة تركيب الكوربيون في كل حالة . ويمكن القول إن هناك كثيراً من العوامل التي تتحكم في مستوى الحساسية ، والتي سيذكرها فيما بعد . وتكفي هنا الإشارة إلى أن الاختلافات الواسعة في حساسية بيض الحشرات للسموم الكيميائية قد ترجع إلى التكيف المورفولوجي والفسيولوجي للبيضة . وتعطي هذه الاختلافات إمكانية كبيرة لظهور برامج مكافحة متخصصة ضد طور البيضة في الحشرات والأكاروسات .

٣ - الكثافة النسبية لطور البيضة

Proportion of population in the egg stage

من الضروري وجود البيض في حلقات واضحة ومميزة من حيث العدد ، وذلك حتى تكون هناك قيمة عملية عند توجيه برامج مكافحة للقضاء عليه . ويظهر ذلك بشكل واضح في حشرتي *Carpocapsa pomonella* ، و *Archips argyrospilus* اللتين تتميزان بتشابه مستوى الحساسية الفسيولوجية في طور البيضة . وتوجد بيضة فراشة *A. argyrospilus* في الفترة من مايو حتى أكتوبر . وتبلغ فترة حضانة البيض خمسة أيام مع وجود ثلاثة أجيال في العام . وعلى العكس من ذلك .. لوحظ أن البيض الساكن لحشرة *A. argyrospilus* يوضع في فترة تمتد عدة أسابيع ، ويبقى لعدة أشهر على أغصان العائل النباتي ، مما يتيح الفرصة لتعرض البيض لفترة طويلة ، كما يعطي إمكانية كبيرة من حيث مدى الاستجابة ، والحساسية ضد مبيدات البيض .

(أ) تعتبر طبقة الكوريون من أهم السمات المميزة لطور البيضة . وتعمل أغلفة الحماية على تهدئة مستوى حساسية البيض للمبيدات ، كما يختلف تركيب الجهاز التنفسي للبيضة في أنواع الحشرات المختلفة ، ويلعب دوراً هاماً في طريقة فعل المبيدات ، خاصة الزيوت البترولية .

(ب) من أهم العوامل المحددة والحرجة لقدرة البيضة على استكمال النمو الجنيني هو إمكانية احتفاظها بمحتواها المائي . ويتميز الكوريون بقلته على حماية البيضة من الجفاف . وقد لا تعتبر قابلية البيضة لفقد الماء أحد التأثيرات المباشرة لفعل المبيد .

(ج) تتم عمليات التطور الداخلى في معظم أنواع البيض داخل نظام مقفل Cleidoic يحتوى على جميع المواد اللازمة لعمليات النمو الجنيني . وقد يوجد الأكسجين والماء في بعض الحالات . وينمو الجنين في معظم الأنواع طبيعياً في وجود الأكسجين فقط . ويمكن لمعظم الأجنة مقاومة تأثير نقص الأكسجين لمدة معينة . وتختلف هذه القدرة تبعاً لنوع الحشرة .

(د) في المراحل الأولى للنمو الجنيني يتكون مصدر الطاقة الرئيسى نتيجة أكسدة الكربوهيدرات ، بينما يعتبر الدهن هو المصدر الأساسى للطاقة في المراحل المتأخرة للجنين . أما البروتين ، فلوره محدود كمصدر للطاقة . ويختص النشاط التمثيلى في المراحل الأولى بنمو الجنين ، بينما يظهر في المراحل المتأخرة كثير من الأنشطة المتميزة ، مثل الإخراج ، والانقباض وغيرها من الوظائف الحيوية . وتصحاح التغيرات المورفولوجية التى تتم أثناء التطور الجنيني مجموعة من التغيرات الكيميائية التى تنظمها عوامل وراثية خاصة بالحشرة ، بينما يعتمد النمو والتكوين المورفولوجى بعد الجنيني على التداخل بين الإفرازات الهرمونية . ويلاحظ أن نشاط الغدد الصماء يتحكم في النمو الجنيني ، وذلك في المراحل المتأخرة من النمو فقط .

(هـ) يتم أداء الوظائف الدقيقة في المراحل المتأخرة في وسط إنزيمى . ويرتبط مستوى الأداء الوظيفى مع معدل النشاط الإنزيمى المتخصص . وعلى سبيل المثال .. نجد أن التطور المورفولوجى للجهاز العصبي يتوازى تماماً مع وجود الأنظمة الكولينية التى تحكم أداء الجهاز العصبي ، كما يرتبط وجود الإنزيم المشابه للترسين في الخلايا المعوية لبعض الأجنة مع تطور الجهاز العصبي .

(و) يعمل الجنين كأداة بيولوجية لإظهار فعل المبيدات ، ويتميز عن الأطوار الحشرية الأخرى بأن عمليات النمو الجنيني تشتمل على نطاق واسع من الأنشطة والتغيرات الفسيولوجية والبيوكيميائية . ويمكن خلال عمليات التميز الخلوى والتعضوى Organogenesis دراسة العلاقة

بين مستوى التكوين الخلوي والأداء الوظيفي ، وذلك باستخدام مشطاطات تمثيلية متخصصة تؤثر على الأنشطة الإنزيمية . ويوضح هذا العمل نقاط الضعف في الجنين ، والتي تساعد على إمكانية التوصل إلى مكافحة مجدية وفعالة .

Protection afforded by the chorion

• - قدرة الكوريون على الحماية

تعتبر قدرة الأغلفة الجنينية على النفاذية من أهم العوامل المؤثرة على كفاءة ميبدات البيض . ويختلف عدد الأغلفة الجنينية وخصائصها الطبيعية والكيميائية باختلاف أنواع الحشرات . وقد أجريت دراسات مكثفة حول تركيب هذه الأغلفة والعلاقة بين تركيبها ووظائفها في خمس من رتب الحشرات هي ذات الجناحين ، وغمدية وحرشفية ونصفية ومستقيمة الأجنحة . وقد لوحظ في البيض الحديث الوضع لحشرة أوى دقيق الصليبيات (والذي يتميز بغلافه الرقيق) أن طبقات الحماية تتكون من الكوريون Corion ، والتي تفرزها الخلايا الحوصلية Follicular cells بمبيض الأنثى والغشاء المحي Vitelline membrane . ويتكون الكوريون من الجزء الخارجي Exochorion ، وهو مكون من مادة يطلق عليها الكوريونين Chorionin ، وهي مشابهة للكيوتيكولين Cuticulin في منطقة فوق الجليد Epicuticle ، أما الجزء الداخلي Endochorion ، فهو غني بالفينولات العديدة . ويغطي الكوريون بطبقة أمينية Cement layer طاردة للماء Hydro Fuge . وتعمل هذه الطبقة أيضاً على لصق البيض على السطح ، كما توجد طبقة من الزيوت غير المشبعة أسفل الكوريون مباشرة ، يليها الغشاء المحي Vitelline membrane ، وهو غشاء رقيق يحيط بالمح ، ويفصلها عن الطبقة الليبيدية . ويتحول الغشاء المحي بعد الإخصاب إلى غشاء إخصائي . ومع تقدم عمر البيضة تضاف إليه بعض المواد من خلايا السرورزا (المصلية) بالجنين ، ويسمى بالغلاف الجنيني . وهو غلاف مقلوم للكيميائيات التي قد يتعرض لها . ويصبح الغلاف الجنيني أكثر ليونة قبل الفقس مباشرة ثم يتحلل جزئياً بفعل إفرازات الجنين .

وتعزى قدرة البيضة على منع نفاذ الماء إلى الطبقة الشمعية التي توجد أسفل السطح الداخلي للكوريون . وقد تتكون هذه الطبقة قبل وضع البيض ، وقد تكون غائبة ، كما يغطي بيض حشرة Malacosoma إفراز غروي يسمى spumaline ، ويتميز بخاصيته الهيجروسكوبية ، ويعمل على حفظ الرطوبة . وقد يساعد الكوريون نفسه على حفظ الماء إذا كانت المواد الداخلة في تركيبه في حالة جفاف . وفي حشرة Lucilia توجد الليبويدات المسفولة عن حفظ الماء بين الكوريون والغشاء المحي . وفي النطاطات توجد طبقة شمعية صلبة بيضاء سمكها حوالي $\frac{1}{10}$ ميكرون خلف الكوريون .

وعموماً .. فإن البيضة لاتتمتع بنفاذ الماء تماماً ، خاصة عند حفظها في ظروف جافة ، حيث يفشل الفقس ، إما لجفاف الجنين ، أو لصلابة الكوريون وعجز اليرقات الحديثة عند اختراقه . وهناك بعض النظم الميكانيكية المعقدة للحفاظ على المحتوى المائي في بيض مستقيمة الأجنحة ، والذي يتميز بقدرته على امتصاص الماء من البيئة المحيطة أحياناً .

وترتبط التغيرات التي تحدث في الأغلفة الجنينية ، والتي تؤثر على نفاذية القشرة مع التغيرات الواضحة في سمية محاليل ميديات البيض خلال مراحل النمو الجنيني ، ففي نصفية الأجنحة تزداد درجة مقاومة نفاذية السموم القابلة للذوبان في الماء مع تقدم مراحل النمو الجنيني . ويرجع ذلك إلى تكوين الأغلفة الجنينية وتشبعها المستمر بالشمع ، ثم تقل درجة المقاومة قبل الفقس مباشرة نتيجة تحلل هذه الأغلفة . وعلى العكس من ذلك .. تنخفض درجة مقاومة نفاذية السموم القابلة للذوبان في الزيوت مع تقدم مراحل النمو الجنيني ، حيث يزداد تشبع الأغلفة الجنينية بالشمع ، ثم تنخفض درجة المقاومة بشكل واضح مع التخلص من هذه الأغلفة قبل الفقس مباشرة ، أى أنها تشابه السموم القابلة للذوبان في الماء في هذه المرحلة . وعموماً .. فإن السوائل المحبة للماء Hydrophilic أو المحبة للدهون Lipophilic قد تنفذ ، ثم تمتص بفعل الأغلفة الجنينية . وقد تنطلق سوائل المبيد عند تحلل الأغلفة الجنينية قبل الفقس مباشرة ، وتحدث فعلها السام على الجنين . وفي حشرات حرشية الأجنحة ترتبط الفترات التي يرتفع فيها مستوى الحساسية للسموم ارتباطاً وثيقاً بفترة الحضنة (الفترة التي تمتد من المرحلة قبل تكوين الأغلفة الجنينية حتى تحللها قبل الفقس مباشرة) .

وتعمل قشرة البيضة على توازن احتياجات الجنين المتضادة من حيث القدرة على الاحتفاظ بالماء water retention والتنفس Respiration . ويعتمد التبادل الغازي بين الجو والجنين على عملية الانتشار Diffusion . ويتكون نظام التنفس في بيض ذات الجناحين وبعض نصفية الأجنحة من شبكة تمتد على الكوريون ، مكونة فيلماً هوائياً ، وتوجد دائماً في الطبقة الداخلية للكوريون ، وتتصل بالهواء الجوي خلال قنوات أو ثغوب هوائية تصل إلى سطح القشرة . وفي بعض حشرات ذات الجناحين قد يحتوى جزء من الطبقة الخارجية للكوريون على الشبكة الهوائية ، وقد تغطي الكوريون في البعض الآخر ، كما يلاحظ في بعض نصفية الأجنحة وجود الفتحات الهوائية في أجزاء محددة من المنطقة الأمامية لقشرة البيضة ، بينما تنتشر في البعض الآخر على مساحة كبيرة من القشرة . ويمر الغاز خلال الثغوب الهوائية عن طريق الانتشار ، ويبقى في مكانه لوجود جهاز طارد للماء يقاوم دخوله ، ففي بيض البعوض ، والذي لا يحتوى على ثغوب هوائية ، يوجد الهواء بالكوريون دائماً ، وتكون نفاذية الماء والزيوت خلال قشرة البيضة محدودة بشكل واضح . وتوجد في حشرات حرشية الأجنحة وغمدية الأجنحة حزم من الثغوب الهوائية حول النهاية الأمامية للقشرة .

وقد درست أهمية المناطق المتخصصة في قشرة الكوريون كمنافذ لدخول السم ، ففي بيض نصفية الأجنحة يتم نفاذ السموم المحبة للماء ، وكذلك المحبة للدهون خلال فتحة النقر ، وتصل السوائل المحبة للدهون أسرع من السموم المحبة للماء . وتنفذ السموم خلال أجزاء صلبة من كوريون بيض حرشية الأجنحة ، كما تنفذ السموم القابلة للذوبان في الزيوت خلال الطبقة الشمعية داخل الكوريون ، وتصل حتى تلامس الجنين ، بينما تفشل السموم القابلة للذوبان في الماء في النفاذ داخل البيضة . وتتميز السموم التي قد تعمل كمعدنات Fungicidal action بضغطها البخارى العالى الذى يمكنها من تحلل القشرة . وقد تنجح في الوصول إلى جهاز التبادل الغازي الموجود في بيض معظم

أنواع الحشرات . وتمكن الزيوت الثقيلة ذات الفعل التدخينى Smothering action من تثبيت عمل الجهاز التنفسى ، حيث تمنع دخول الأكسجين إلى الجنين .

ومن الجدير بالذكر أن الطبقة السميكة التى تغطى الكوريون ، والتى تساعد على التصاق البيض بالعائل النباتى قد تؤثر على معدل نفاذ السم خلال قشرة البيضة ، ففى حرشفة الأجنحة تبدو هذه الطبقة فى شكل إسفنجى Spongy مكونة من مواد بروتينية تحتوى على بعض الليبيدات ، ولا تتبل بمعظم المحاليل المائية ، ولها تأثير بسيط فى منع دخول السموم القابلة للذوبان فى الزيوت ، ولكنها تقلل من معدل نفاذ المحاليل المائية . أما فى نصفية الأجنحة ، فهى عبارة عن مادة بروتينية تتبلرم ببطء مع تعرضها للهواء . وهذه الرواسب السميكة قد تسد فتحة النقر ، وبالتالي تؤخر نفاذ السم .

ثالثاً : أنواع مييدات البيض - استخداماتها - طريقة فعلها

Types of ovicides - their use - Mode of action

رغم توافر الدراسات حول الوصول إلى مييدات متخصصة ، إلا أن القليل منها قد تعرض لمييدات البيض . وقد يظهر فعل وكفاءة هذه المركبات ضد البيض بمحض الصدفة ، وذلك أثناء إجراء اختبارات التقييم الجوى على الأطوار الحشرية الأخرى . ويعتمد الاختلاف فى درجة الحساسية تجاه مييدات البيض على مجموعة من العوامل ، والتى قد تساعد عند أخذها فى الاعتبار على التوصل لمييدات متخصصة ضد البيض . وتعتبر مركبات الداى نيتروفيئول والزيوت البترولية من أكثر مجاميع المييدات استخداماً ضد البيض . أما المجموعات الأخرى ، مثل : المييدات الفوسفورية العضوية ، والكاربامات ، والمركبات الكلورينية العضوية ، والبيروثرويدات المصنعة ، فلم تزل بعد الاهتمام الكافى . وعموماً .. قد تعمل مييدات البيض بالملاصقة المباشرة للبيضة ، أو بالتدخين ، أو بالفعل الجهازى .

وفيما يلى أهم مجموعات المييدات الحشرية المستخدمة ضد البيض

Dinitro Compounds

١ - مركبات الداى نيترو

عرفت مركبات الداى نيتروفيئول كمبيدات حشرية منذ نهاية القرن التاسع عشر ، حيث تم إنتاج ملح البوتاسيوم للداى نيتروكزيئول (DNOC) فى المصانع الألمانية ، واستخدم ضد البيض عام ١٩٢٥ ، حيث لاحظ Tattenfield وآخرون فعله السام ضد بيض المن وبعض حرشفة الأجنحة ، وذلك عند معاملته فى الرش الشتوى لأشجار الفاكهة بتركيز (٠.٢٥ - ٠.١ ٪) فى صورة أملاح الصوديوم أو البوتاسيوم . وعلى العكس من ذلك .. فقد أظهر بيض العنكبوت الأحمر الأوروبى مقاومة لفعل هذه المركبات ، رغم حساسيته العالية للزيوت البترولية . وقد أمكن خلط DNOC مع

الزيوت البترولية للوصول إلى مكافحة مرضية لكل هذه الأنواع بمعاملة واحدة . وقد لوحظ أن الزيت يزيد من فعل DNOC ، وعليه .. فإن التركيزات المنخفضة لكل منهما في مخلوط واحد تعطى نتيجة فعالة . ولم تكن النتائج مشجعة تحت الظروف الحقلية ، نظراً للتأثير الضار على النبات ، وكذا انخفاض السمية على البيض . وقد يرجع ذلك إلى اختلاف مظهر توزيع DNOC في المستحلبات المائية للزيوت البترولية ، والذي يعتمد على درجة هومونة محلول الرش ، حيث يؤدي الوسط الحامض إلى تحلل المركب وانتشاره في المظهر الزيتي ، وبذلك تحدث التأثيرات الضارة الجانبية الحادة على النبات ، بالإضافة إلى الكفاءة العالية ضد البيض . وقد لا تكون لدرجة تحلل مركب DNOC أهمية عند الأخذ في الاعتبار نشاطه السام في محلول الرش المائي . وقد اختلفت الآراء .. فالبعض يشير إلى أن أملاح DNOC الذائبة وغيرها من مركبات الداي نيترو أقل فاعلية كميديات بيض عن الصورة الحامضية ، بينما لاحظ البعض وجود اختلافات طفيفة في مستوى السمية في الحالتين .

وقد بلغ الاهتمام بمركبات الداي نيترو كميديات للبيض درجة كبيرة في الولايات المتحدة الأمريكية ، وذلك قبل عام ١٩٣٦ ، حيث استخدم مركب Dinitrocyclohexyl phenol (DNOC HP) (والذي يعتبر أقل ضرراً للنبات من DNOC) مخلوطاً مع زيت البترول ضد المن ، والحشرات القشرية ، والعنكبوت الأحمر على أشجار الفواكه المتساقطة الأوراق والمواخ . وقد وجد أن خلط زيت البترول مع (DNOC HP) في صورة مسحوق له تأثير فعال ضد بيض أكاروس المواخ الأحمر ، ورغم كفاءته العالية ضد البيض عند استخدامه في صورة محلول رش مائي ، إلا أن أثره الضار على النبات لم يرجح إمكانية استخدامه . ورغم فعالية محلول الرش لمركب Triethanol amine salt من dinitrobutyl phenol ضد بيض أكاروس المواخ الأحمر (في حالة سكون شتوي) على التفاح وغيره من أشجار الفاكهة ، بالإضافة إلى نجاح خلطه مع الزيوت البترولية ، إلا أن حدود أمانه على النبات كانت غير مشجعة للتطبيق العملي .

وقد انخفضت معدلات استخدام مخاليط الداي نيترو والزيوت البترولية لضررها على النبات ، واستخدمت فقط بصورة منفردة (مركبات الداي نيترو ضد بيض المن ، والزيوت البترولية ضد بيض الأكاروس) وبعبء ذلك تكرار مرات التطبيق ، حيث تم المعاملة مرتين خلال موسم الربيع القصير . وبالإضافة إلى كفاءة مركبات الداي نيترو ضد البيض ، فهي تستعمل أيضاً ضد الأطوار الحشرية الأخرى ، كما أنها فعالة كميديات فطرية وحشائشية .

طريقة فعل مركبات الداي نيترو Mode of action of Dinitro compounds

معظم مركبات الداي نيترو ذات نشاط سام عام ضد بيض حشرية ونصفية وغمدية الأجنحة . وكما في معظم ميديات البيض يتوقف مدى النمو الجنيني للبيض بعد المعاملة على مستوى تركيز السم المستخدم ، حيث يؤدي تركيز المبيد المرتفع إلى وقف النمو الجنيني فوراً ، بينما ينمو الجنين طبيعياً عند

التركيزات المنخفضة . وعند أخذ عمر البيضة في الاعتبار يلاحظ أن بيض حرشفية الأجنحة الحديثة الوضع أو قبل الفقس مباشرة أكثر حساسية من المراحل الوسطية للنمو الجنيني . وعلى العكس من ذلك .. فإن بيض حشرة *Dysdercus Fasciatus* (رتبة نصفية الأجنحة) المتقدم في العمر يكون أقل حساسية من المراحل الأولى ، بينما لا توجد علاقة واضحة بين مستوى الحساسية وعمر البيضة في بعض أنواع المن . وقد يرجع الاختلاف في مستوى حساسية البيض لمركبات الداي نيترو إلى التغير في درجة نفاذية قشرة البيض ، بينما يكون للدرجة تغير حساسية الجنين المرتبة الثانية في هذا الشأن . ولقشرة البيضة أهمية كبرى في النشاط السمي لمركبات الداي نيترو ، حيث تمتص هذه المركبات في بروتين القشرة ، بالإضافة إلى فعلها التدخيني الذي يظل من أثرها السام . وتتفقد محاليل مركبات الداي نيترو فينول بسرعة فائقة خلال كوريون حرشفية الأجنحة ، مثل حشرة *Diatraea oleracea* ، وتسبب زيادة ملموسة في معدل استهلاك الأكسجين . ويظهر التأثير بوضوح مع زيادة تركيز السم العامل ، وبالتالي مع زيادة كمية السم الملامس للجنين ، بينما تؤدي التركيزات المنخفضة من المبيد ، والتي تسمح باستمرار النمو الجنيني ، إلى ارتفاع معدل التنفس الذي يستمر عدة ساعات ، ثم ينخفض لمعدل أقل من العادي . ويستمر ذلك حتى الموت الذي يحدث بعد عدة ساعات من الفقس . أما التركيزات العالية من المبيد ، والكافية لمنع النمو الجنيني ، فهي تسبب زيادة سريعة في معدل التنفس ، يستمر فترة قصيرة قبل انخفاضه إلى الصفر . ويمكن إيجاز فعل مركبات الداي نيترو على جنين البيضة فيما يلي :

(أ) معدل استهلاك الأكسجين

قد لا يؤدي التأثير التثبيتي لمركبات الداي نيترو على معدل استهلاك الأكسجين في الجنين والأطوار الحشرية الأخرى إلى حدوث الموت (الفعل السام) ، وذلك إذا تمكنت الحشرات الحية المسممة من تعويض ارتفاع معدل استهلاك الأكسجين . وتسبب التركيزات المنخفضة من مركبات الداي نيترو الإسراع من عمليات التحلل الجليكولي *Glycolysis* . وهي عملية مستقلة عن تنبيه التنفس ، وعليه .. فإن التأثير السمي لمركبات الداي نيترو قد يكون بعيداً عن السلسلة التنفسية ، ويظهر ذلك في حالة زيادة معدل امتصاص الأكسجين في أجنة الحشرات خلال وسط إنزيمي تنفسي طبيعي .

(ب) نشاط إنزيم

يصاحب زيادة معدل امتصاص الأكسجين كنتيجة لتعرض البيض لمركبات الداي نيترو تنبيه لإنزيم $ATP \rightarrow ADP$ الذي يحلل ATP إلى ADP ، وتنطلق الطاقة اللازمة للعمليات الحيوية في البيضة ، كما ينخفض مستوى ADP الذي يعتبر مصدراً آخر للطاقة ، حيث يعمل كمستقبل للفوسفور خلال عمليات التحلل الجليكولي ، ولكن بمعدل أقل من ATP . وكنتيجة لهذا التحلل في العمليات الحيوية

تقلب نسبة ADP/ATP ، ويرتفع مستوى الفوسفات غير العضوى ، ولذا يمكن القول إن مركبات الداي نيترو تحدث خللاً في العمليات الطبيعية لتحلل الجليكولى ، وذلك نتيجة منع الأكسدة الفوسفورية ، وبالتالي منع استخدام الطاقة الناتجة من الإسراع في عملية الأكسدة الفوسفورية .

(٣) تعطل البروتينات

أوضحت الدراسات التى أجريت على تأثير مركبات الداي نيترو فيتول على التمثيل في جنين النطاطات أن هناك جزءاً من هذا التأثير السمى راجع إلى التأثير المدمر للنسيج البروتينى . وقد وجد حديثاً أن التأثير السام للنيتروفيتول ضد الحشرات الكاملة للذباب المنزلى يرجع إلى نقص مستوى الأحماض الأمينية ألفا-الانين ؛ وحمض الجلوتاميك ، والبرولين . وعليه .. يمكن القول في النهاية إن مركبات الداي نيتروفيتول تسرع في امتصاص الأكسجين ، وتمنع الأكسدة الفوسفورية ، وتؤثر على محتوى بعض الأحماض الأمينية في الحشرات المسممة .

Petroleum Oils

٢ - الزيوت البترولية

تعتبر هذه المجموعة من أقدم المبيدات الحشرية وقد بدأ في استخدامها منذ عام ١٧٨٧ . ويتضمن استخدام الزيوت البترولية في مجال المبيدات ثلاثة اتجاهات هي : كإداة سامة رئيسية وكمواد منشطة للسطح وكمذيبات ومواد حاملة للمبيد . ويحتمل هنا الاتجاه الأول .

عرفت الزيوت رشا على أشجار الموالخ لمكافحة الأكاروس وعلى اشجار الفواكه المتساقطة الأوراق لمكافحة البيض الساكن . ولا تظهر الزيوت البترولية أى مشاكل تتعلق بالمتبقيات السامة للحيوان والإنسان ، كما أنها تستخدم عادة في الفترة شبه الخاملة للنبات ، حيث توجد أعداد قليلة من الأنواع الأخرى ، بالإضافة إلى الآفة مجال مكافحة . وترجع هذه الصفات إمكانية استخدام الزيوت في برامج مكافحة متكاملة .

وقد تأخر التوسع في استخدام الزيوت مع ظهور الجير الكيريتى لمكافحة الحشرات القشرية عام ١٩٠٠ . وفي عام ١٩٢٣ نجح استخدام الزيوت البترولية ضد الحشرات القشرية ، وظهرت بعد ذلك مركبات الداي نيترو في عام ١٩٣٠ كبديل للزيوت البترولية في برامج مكافحة أثناء طور السكون للنبات . ثم تلى ذلك إعادة استخدام الزيوت البترولية لقدرتها الإبادية العالية ، ولأنها أكثر أمناً على النبات . وفي السنوات الأخيرة ظهرت أهمية استخدام المبيدات الحشرية العضوية ، وتم التوسع في إنتاجها واستخدامها . ومع ظهور مشاكل مقاومة الحشرة لفعل المبيد ومشاكل المتبقيات ، رجح مرة أخرى استخدام الزيوت . وتنجح الزيوت البترولية بشكل خاص في مكافحة أكاروسات النبات ، وقد يرجع ذلك إلى تأثير المبيدات الحشرية الأخرى على الأعداء الحيوية وظهور صفة المقاومة .

وقد كان العامل المحدد لاستخدام الزيوت البترولية لسنوات عديدة هو أثرها الضار على النبات عند خلطها مع الكبريت كسميد فطري ومع استمرار تحسين نوعية الزيوت وقدرتها على الخلط مع المبيدات الفطرية ازدادت إمكانية استخدامها . وقد أشارت الأبحاث إلى أن الكفاءة الإبادية للزيوت ، والحد الأميني لها على النبات ترتبط مع درجة البرافين في الزيت .

ومن الضروري عند وضع تصور دقيق للمدى كفاءة الزيوت البترولية من الناحية الإبادية ، وأثرها الضار على النبات إيجاد طرق قياسية لتقدير الخواص الطبيعية والكيميائية للزيوت ، مثل : تقدير اللزوجة Viscosity ، ومتبقيات المواد المشبعة غير المسلفنة Unsulfonated residues ، ونقطة الانسكاب Pour point ، ومدى التقطير Distillation range . ويعتبر ثقل الزيت من أهم السمات المميزة لمعدل اللزوجة ، والتي لا تكفى وحدها لتقييم الزيوت ذات التركيب المختلف . وتعطى اللزوجة ومتبقيات المركبات غير المسلفنة فكرة كاملة عن مستوى البرفنة Paraffinicity . ويرتبط مدى أمان الزيوت البترولية على النبات بمعدل متبقيات المركبات غير المسلفنة ، والتي تعطى دلالة على مستوى التركيب السلفونى ذى الأثر الضار على النبات . كما تؤثر اللزوجة أيضا على مدى أمان الزيوت البترولية على النبات ، حيث ترتبط بمعدل بخر الزيوت من على أسطح النبات . عموما .. فإن ضرر الزيت الحاد (حرق الورقة) يرجع إلى تأثير المركبات السلفونية ، بينما ضرر الزيت المزمن (يتأخر نمو وسقوط الأوراق) يرتبط ببنات الزيت على أنسجة النبات .

ويمكن معرفة مدى تجانس الزيت عند تقدير مدى التقطير ، فالزيوت سريعة التطاير ذات كثافة نوعية خفيفة ولا تصلح كسميدات . أما الزيوت الثقيلة فأثرها الضار على النبات خطير جدا . وعلى ذلك يعتبر مستوى التقطير من السمات المميزة التي يمكن من خلالها مقارنة الزيوت ذات التركيب المختلف بعضها ببعض . أما نقطة الانسكاب فهي توضح إمكانية بقاء الزيت في صورة سائلة عند معاملته على درجة الحرارة المنخفضة .

وقد أظهرت الدراسات التي أجريت لمعرفة حساسية بيض الحشرات للزيوت البترولية أن العديد منها أظهر حساسية فائقة . ولا يختلف تركيز الزيت البترولى اللازم لإبادة أنواع مختلفة من البيض الحساس للزيوت كثيرا ، فهو يتراوح ما بين ٢ - ٠,٢ ٪ . وأبرز مثال على استخدام الزيوت البترولية كسميدات للبيض ضد الأنواع التي تمضى فترة الشتاء على الأشجار في طور اليضة .

Mode of action of petroleum oils

طريقة فعل الزيوت البترولية

رغم استخدام الزيوت البترولية كسميدات للبيض فترة طويلة ، إلا أن هناك تفسيرات عديدة لطريقة فعلها ضد البيض . وأهم النظريات المقترحة هي :

١ - قد يعمل الزيت البترولى على منع التعادل الغازى نتيجة لتغطية الزيت لليضة على هيئة طبقة رقيقة .

- ٢ - قد يؤدي الزيت البترولى إلى تصلب الغلاف الخارجى للبيضة ، وبالتالي يمنع الفقس .
- ٣ - قد يتداخل الزيت البترولى مع التوازن المائى محدثا خللا به .
- ٤ - يلين أو يذيب الغلاف الخارجى للبيضة ، وبالتالي يتداخل مع النمو الطبيعى للجنين .
- ٥ - يحترق البيضة ليحدث تجمعاً للبروتوبلازم .
- ٦ - يحترق البيضة ويتداخل مع النشاط الإنزيمى والمرونى .
- ٧ - قد يلامس الحشرة أثناء خروجها من البيضة ، ويتنتج أثراً ساما لملامسته لجليدها الرقيق .

وقد كان الاعتقاد السائد قديماً مبنياً على أساس ارتباط الأثر السام للمبيد (الزيوت البترولية) بقدرتها على النفاذ داخل البيضة . وأظهرت الدراسات الحديثة أن نفاذ الزيت داخل البيضة إنما يرجع إلى إطالة فترة غمر البيض فى زيت غير مخفف . ومن المستبعد أن يحدث ذلك تحت الظروف التطبيقية .

وتحدث الزيوت البترولية خللاً فى الأداء الوظيفى للجهاز التنفسى ، وذلك فىبيض نصفية الأجنحة ، مثل حشرة *O. Paschalis* . ويتم التنفس فى هذا النوع خلال فتحات نقر كاذبة توجد فى نهاية الكوريون . وحينما تغطى هذه الفتحات بالزيت يموت الجنين . وقد أظهرت دراسة تأثير المعاملة بالزيوت البترولية على معدل تنفس بيض فراشة *Oriental fruit moth* أن المعاملة بالزيت تخفض معدل التنفس ، وتؤدى إطالة فترة خفض معدل التنفس إلى زيادة نسبة الموت . وقد بنيت هذه الدراسات على إزالة الزيت من البيض على فترات مختلفة بعد المعاملة ، وذلك بغمسها فى مذيب غير ضار . ومن هذه الدراسات يمكن استنتاج ما يلى :

- ١ - يؤدى الانخفاض فى معدل التنفس إلى الموت .
- ٢ - تتأثر فترة انخفاض معدل التنفس بكمية راسب الزيت على قشرة الكوريون .
- ٣ - يمكن حدوث التأثير المميت دون نفاذ الزيت خلال الكوريون بذليل انخفاض التأثير الإبادى للزيت عند إزالته من البيض بعد المعاملة .

كما سبق .. يمكن استنتاج تداخل الراسب الخارجى للزيت مع عملية التبادل الغازى ؛ مما يؤدى إلى حدوث الموت . ولم توضح هذه الدراسات ما إذا كان الموت راجعاً إلى النقص فى الأكسجين ، أو إلى التسمم نتيجة زيادة نسبة ثانى أكسيد الكريون ، ولو أن السبب الأول هو الأكثر قبولاً .

العلاقة بين الوزن الجزيئى للزيت والتأثير الإبادى

قُدرت معدلات تطاير الزيوت بعمل أفلام من الزيت على رقائى الألومنيوم . وبنى التقدير على

حساب معدلات النقص في الوزن خلال ٢٤ ساعة . فالزيت سريع التطاير أقل فاعلية من الزيت بطيء التطاير . وترتفع مستوى كفاءة الزيوت البترولية كميديات الليبى عندما يصل وزنها الجزيئى (٣٢٠) بصرف النظر عن نوع الزيت . ويكون معدل التطاير أقل ما يمكن عند هذا الوزن الجزيئى (٣٢٠) . وعليه .. يعتبر التطاير عاملاً محدداً لكفاءة الزيوت البترولية كميديات الليبى ، حيث إنه مؤشر لفترة تواجد الزيت على قشرة البيضة . وقد لوحظ أن الزيوت العالية اليرافين أكثر كفاءة من الزيوت المنخفضة اليرافين . ويرجع ذلك إلى أن سلسلة جزئى اليرافين تعمل كفيلم جيد على الكوربون ، وذلك بشكل أفضل من التركيب الحلقى النفتائى ، ويؤدى ذلك إلى حدوث مستوى أعلى من الخلل فى عملية التبادل الغازى .

وقد أظهرت الدراسات التى أجريت على الحساسية النسبية لبيض فراشة Oriental fruit moth المراحل المختلفة من النمو الجنينى أن المرحلة الأخيرة من النمو أقل حساسية من غيرها . وتتميز هذه الفترة بزيادة حادة فى معدل التنفس تبلغ ثلاثة أضعاف تقريباً .

Organophosphorous insecticides

٣ - المبيدات الفوسفورية العضوية

تم تقييم معظم المبيدات الفوسفورية العضوية كميديات بالملاسة ومدخنات ومموم جهازية ضد العديد من الأنواع الحشرية والأكاروسات . ورغم صعوبة تقييم فعل المبيدات ضد البيض تحت الظروف الحقلية ، إلا أن هناك إمكانية كبيرة لنجاح هذه الطريقة في مجال المكافحة ، خاصة إذا تميزت أنواع الآفات مجال المكافحة بصفات وسمات معينة في دورة حياتها وعاداتها ، بالإضافة إلى صفات السم المستخدم . وقد ظهرت هذه الصفات مجتمعة في حشرة ثاقبة أشجار الخوخ Peach tree borer ، مما ساعد على نجاح مكافحة هذه الحشرة في طور البيضة باستخدام الباراثيون ، وهذه السمات هي :

- (أ) تتميز بفترة وضع بيض قصيرة تمتد من ٦ - ٨ أسابيع .
 - (ب) فترة حضانة البيض طويلة نسبياً من ١٠ - ١٥ يوماً .
 - (ج) إمكانية تعرض البيض للمبيد على جذع الشجرة بمستوى قدم واحد من سطح الأرض .
 - (د) ارتفاع كمية الراسب الأولى للباراثيون .
 - (هـ) امتصاص الباراثيون خلال قشرة البيضة .
 - (و) حساسية كولين إستريز الجنين للشيط . بفعل المبيدات الفوسفورية العضوية .
- ولقد أعطت مجموعة العوامل السابقة إمكانية فائقة للحصول على مكافحة موسمية ناجحة ، وذلك بالرش المباشر بمبيد الباراثيون مرة واحدة في منطقة محددة (جنوع الأشجار) . وقد أجريت هذه المعاملة في المناطق الشمالية ، حيث تكون فترة وضع البيض أقصر منها في المناطق الجنوبية .

وموت البيض إما بفعل المعاملة المباشرة ، أو بالتعرض لمتبقى المبيد . وتمتد فترة بقاء المبيد أكثر من ٢٠ يوماً . وهناك العديد من الأنواع الحشرية التي أظهرت حساسية عالية في طور البيضة للمبيدات الفوسفورية ، مثل : Codling moth , Grape berry moth , Red banded leaf roller . وقد استخدمت المبيدات الفوسفورية بنجاح منفردة أو بمخلطها مع الزيوت كمبيدات للبيض ضد أنواع عديدة من المهن والأكاروس .

وقد ظهرت صفة مقاومة طور البيضة للأثر السام لهذه المركبات . وعلى سبيل المثال : فقد وصل مستوى مقاومة سلالات بيض الأكاروس ذى البقعتين للباراثيون حوالى ٢٠٠ مرة ، بالمقارنة بالسلالة الحساسة لنفس المبيد . ولوحظ أن الاختلافات البيوكيميائية في مجموعة الإستريزات في جنين السلالة المقاومة هي أكثر العوامل المسببة لهذه الظاهرة . فقد وجد أنه رغم انخفاض كفاءة التديون كمبيد لبيض الأكاروس ، إلا أنه يؤثر على حيوية البيض الموضوع بواسطة الإناث التي تعرضت لمتبقى المبيد . ويتوقف عدد البيض الحى الموضوع على طول فترة تعرض الإناث لمتبقى المبيد . ويمكن القول عموماً بأن طور البيضة في كل من الحشرات والأكاروس أكثر مقاومة لفعل المبيدات الفوسفورية ، عند مقارنته بالأطوار الأخرى .

طريقة فعل المبيدات الفوسفورية Mode of action of Organophosphates

هناك العديد من الدراسات التي تناولت طريقة فعل المركبات الفوسفورية العضوية في الثدييات والحشرات . ويختلف فعل المبيدات الفوسفورية على الجنين عن الأطوار المتقدمة للحشرات والأكاروسات ، وكذلك عن الثدييات . وبدراسة مجموعة الأعراض المتزامنة التي تظهر نتيجة تسمم الثدييات بالمبيدات الفوسفورية العضوية يظهر تراكم مادة الإسيثيل كولين (ch , E) نتيجة لتثبيط إنزيم الكولين إستريز (ch,E) ويؤدي ذلك إلى حدوث خلل عضلى عصبى يؤدي إلى الموت نتيجة الفشل في عملية التنفس . وهناك كثير من الاختلافات بين الحشرات والثدييات ، والتي تزيد من صعوبة تفسير طريقة فعل المبيدات الفوسفورية العضوية على الحشرات وأهمها :

- ١ - عدم وضوح وظيفة الجهاز الكوليني في الحشرات .
- ٢ - الحشرات غير حساسة للحقن بالأسيتيل كولين عكس الثدييات .
- ٣ - هناك كثير من الإنزيمات بالإضافة إلى إنزيم الكولين إستريز هم تثبيطها بفعل المبيدات الفوسفورية العضوية في الحشرات ، ولم يعرف دورها الفسيولوجى حتى الآن .

وما لاشك فيه أن فعل المبيدات الفوسفورية العضوية ضد البيض يثير كثيراً من التساؤلات ، فهناك احتمال لموت البيض في المراحل الأولى من النمو الجنينى ، وقبل تكوين إنزيم الكولين إستريز . وقد أوضح Chadwick عام ١٩٦٣ فعل المبيدات الفوسفورية العضوية ضد البيض على أساس أن هناك جزءاً من السمية يرجع إلى تثبيط إنزيم الكولين إستريز .

ولإيضاح طريقة فعل المبيدات الفوسفورية العضوية على البيض يمكن تلؤل العناصر التالية :

٩ - خصائص التسمم بالمبيدات الفوسفورية العضوية

Characteristics of Organophosphate poisoning

لوحظ أن الجنين للسمم بالمبيدات الفوسفورية العضوية يموت في المراحل المتأخرة من النمو الجنيني . وقد ظهرت عدة تفسيرات للخصائص المميزة للأعراض المتزامنة ، والتي يفترض فيها موت الجنين نتيجة تحلل طبقة الكوريون ، أو نتيجة تعرض الجنين المباشر للسم . ومع أن الموت في المراحل المتأخرة لنمو الجنين هو السمة المميزة للمبيدات الفوسفورية العضوية ، إلا أن المعاملة بمبيد TEPP والبراثيون في المراحل الأولى للنمو الجنيني قد أدت إلى الموت ، ويرجع ذلك إلى زيادة الجرعة عن الحد اللازم للتسمم . وعليه .. فإن زيادة الجرعة عن المستوى المطلوب قد تحدث الأثر السام . وهذا غير عمل تحت ظروف التطبيق .

٢ - حساسية البيض في المراحل المختلفة من النمو الجنيني

Susceptibility of eggs at various stages of development

إذا كان الفعل الإلبدى للبيض يخص بأجهزة فسيولوجية معينة مثل الجهاز العصبي ، فإنه يمكن القول بأن هناك اختلافات في مستوى الحساسية تبعاً لوجود أو غياب الجهاز المستهدف للمبيد . وقد أظهرت التجارب أن بيض حشرة أوى دقيق الصليبيات المتقدم في العمر أكثر حساسية ، بمعدل ٣٠ مرة ، عن البيض الحديث الوضع ، وعند ارتفاع تركيز المبيد يموت الجنين في جميع مراحله . وقد تكون العلاقة غير واضحة بين وقت المعاملة ضد جهاز فسيولوجي معين إذا عوملت المادة السامة في المراحل الأولى للنمو الجنيني ، وأمكن للجنين الاحتفاظ بالسم خلال مراحل نمو مختلفة كما في حالة البراثيون .

Effect of treatment on respiratory rate

٣ - تأثير المعاملة على معدل التنفس

هناك العديد من المحاولات للربط بين أعراض السمية والجهاز البيولوجي المستهدف ، حتى يمكن معرفة فعل المبيد . ولا تظهر أعراض التسمم التي يمكن ملاحظتها في الأطوار الحشرية المتحركة ، مثل : الهياج والتشنجات والشلل في الأطوار الساكنة مثل البيضة . وعموماً .. يمكن القول بأن معدل الحثل في أداء الجهاز الحيوي هو انعكاس لمعدل استهلاك الأكسجين في الكائن الحي . وتدل الدراسات على معدل تنفس البيض المعامل بالمبيدات على أن المعاملة في الطور المبكر أو المتأخر لا تحدث أى تغير جوهري في معدل استهلاك الأكسجين إلا قبل الفقس مباشرة ، حيث ينخفض المعدل بوضوح ، ويحدث الموت بعد عدة أيام من الفقس .

وقد لوحظ أن المعاملة بالبارالوكسون قبل ظهور إنزيم (ChE) تؤدي إلى انخفاض معدل التنفس . ومن المحتمل أن ينمو الجنين طبيعياً بعد المعاملة . وعند المعاملة المبكرة قد يحدث أحد احتمالين هما :

(أ) إما أن يهاجم المبيد الجهاز المستهدف وقت المعاملة ، ولكن الجهاز لا يلعب أى دور حيوى إلا فى المراحل المتأخرة من النمو الجنينى .

(ب) غياب الجهاز المستهدف فى المراحل المبكرة ، وبالتالي يخزن السم حتى ظهور النظام الحيوى داخل الجهاز المستهدف .

ومع المعاملة بالباراثيون استمر الجنين فى النمو ، ولم يحدث أى تغير فى معدل التنفس ، مع زيادة الجرعة ، أما فى الاطوار المتأخرة فقد ارتفع معدل التنفس بشكل حاد مع المعاملة بالمبيد الفوسفورى .

٤ - وجود الكولين إستريز والأسيتيل كولين

Occurrence of cholinesterase & Acetylcholine

أظهرت الدراسات وجود إنزيم الكولين إستريز فى بيض حشرات حرشفية الأجنحة ، ونصفية الأجنحة ، ومستقيمة الأجنحة ، وذات الجناحين . ويبدأ نشاط الإنزيم فى منتصف مرحلة النمو الجنينى ، ويزداد معدل النشاط حتى الفقس . وقد ثبت وجود الأسيتيل كولين ، ولم يعرف على وجه التحديد وقت ظهور إنزيم الكولين إستريز فى المراحل الأولى من النمو . ومازالت العلاقة بين ظهور إنزيم الكولين إستريز ومرحلة النمو الجنينى غير واضحة . فقد يظهر الإنزيم قبل مرحلة البلاستودرم ، وقد يرتبط بمرحلة تكوين الجهاز العصبي ، وإلى الآن لم يعرف على وجه التحديد كيفية تتابع التكوين المورفولوجى والبيوكيميائى للجهاز العصبي فى الجنين ، وكذا الوقت الذى تكون فيه هذه التكوينات قادرة على الأداء الوظيفى ، وهذه تحتاج إلى مزيد من الجهد فى الدراسة والبحث .

٥ - تأثير المعاملة على الكولين إستريز والأسيتيل كولين

Effect of treatment on cholinesterase and acetyl choline

أوضحت الدراسات على تأثير معاملة البيض بالمبيدات الفوسفورية العضوية أن تثبيط إنزيم (ChE) هو أحد سمات تتابع عملية التسمم . ومن البديهي أن تثبيط (ChE) يكون مصحوباً بارتفاع مستوى (ACh) . وقد تفسر هذه المظاهر الفعل المتأخر وحدث الموت فى نهاية مرحلة النمو ، وذلك عند المعاملة فى المراحل المختلفة للنمو الجنينى . ويعمل تثبيط إنزيم الكولين إستريز على إزالة الجهاز المسئول عن التحكم فى مستوى (ACh) . ويكون معدل (ACh) بعد المعاملة بقليل غير كاف لإظهار السمية . ومع استمرار النشاط المرتبط بالأداء العضلي للعصبى للجنين الكامل النمو يرتفع مستوى (ACh) حتى

يصل إلى حد السمية . وهذا الافتراض يؤكد وجود نظام كولينى قادر على الأداء الوظيفى بالجنين . ومع ذلك لا يمكن إهمال التأثير التثبيطى للمبيدات الفوسفورية العضوية على الإستريزات الأخرى .

Other esterases

٦ - الإستريزات الأخرى

تركزت الدراسات على مدى تثبيط إستريزات الجنين بفعل المبيدات الفوسفورية العضوية . وقد أظهرت طرق التحليل المتقدمة وجود العديد من الإستريزات فى جنين الحشرات ، والتي يتم فيها تغيرات كثيرة خلال عمليات النمو الجنينى . وتختلف مكونات الحشرات من الإستريزات . وقد يوضح ذلك إمكانية التوصل إلى مبيدات متخصصة .

ولم يعرف حتى الآن الارتباط الوثيق بين الإليستريزات وكذا الإستريزات العطرية ، وبين العمليات الفسيولوجية للجنين . وهناك بعض المحاولات التى أجريت لإيجاد علاقة بين تثبيط أو تنشيط هذه الإستريزات وارتباطها بأعراض التسمم . وقد وجد أن بيض حشرة *O. fasciatus* المقاوم للباراثيون يحتوى على العديد من الإستريزات ، بعضها قد يعمل على تحليل السم مائياً . ولو أن الدراسات على تمثيل الباراثيون فى بيض هذه الحشرة توضح أن فقد السمية قد لا يكون العامل المسئول الذى يعزى إليه انخفاض درجة الحساسية .

وقد لوحظ من خلال الدراسات التى أجريت على دور الإستريزات فى إحداث التسمم لجنين *O. fasciatus* بالمبيدات الفوسفورية العضوية تثبيط كل من (Ch E) ، (Ali E) ويرجع ارتباط (Ch E) بإحداث التسمم ، بينما لا تؤثر المبيدات الفوسفورية العضوية على الإستريزات العطرية .

٧ - امتصاص - نفاذ - تحليل السم فى البيضة

Uptake, Penetration and Metabolism of toxicant by the egg

لوحظ من خلال الدراسات اختلاف حساسية كثير من بيض الحشرات لمبيد الباراثيون . وقد يعزى هذا الاختلاف إلى واحد أو أكثر من العوامل الآتية :

- ١ - معدل الامتصاص .
- ٢ - معدل نفاذ المبيد خلال الكوريون .
- ٣ - معدل تحويل المبيد إلى ميثبط نشط .
- ٤ - فقد السمية .
- ٥ - فشل المبيد فى الوصول إلى الهدف .
- ٦ - حساسية الهدف للميثبط .

وقد تركزت الدراسات على العوامل الثلاثة الأولى . وقد اختلف معدل امتصاص الباراثيون في بيض أربعة أنواع حشرية ، حيث لوحظ وجود رواسب أولية للمبيد بدرجة عالية على سطح البيضة ، كما اختلف معدل النفاذية . ويرجع ذلك إلى اختلاف تركيب الكوريون والطبقات الليبيدية المرتبطة به . وقد أظهرت الدراسة تمثيل الباراثيون إلى مثبط نشط ، مما يمكن معه إهمال هذا العامل في اختلاف درجة الحساسية .

وقد أثارت استجابة بيض *O. function* للمبيد الباراثيون مزيدا من الاهتمام ، حيث يعتبر بيض هذا النوع غير حساس للباراثيون رغم موت حورياته بمجرد فقس البيض المعامل . وقد لاحظ O'Brien & Smith أن عدم حساسية البيض للباراثيون لا يعزى إلى عدم قدرة المبيد على النفاذية ، حيث وجدت تركيزات معينة من البارالوكسون داخل البيضة ، ولو أن هذه التركيزات أقل من تلك الموجودة في الأنواع الحساسة . وفي السنوات الأخيرة عومل البيض بتركيزات منخفضة من الباراثيون ، ولوحظ أن عدم حساسية هذه الأنواع يرجع إلى انخفاض مستوى نفاذية المبيد ، مع بقاء معدلات مميتة من الباراثيون على سطح البيضة يظهر تأثيرها وقت الفقس . ولا يتفق ذلك مع النتائج المتحصل عليها بإزالة المبيد من على سطح البيضة قبل الفقس مباشرة ، حيث أوضحت الدراسة أن إزالة المبيد قبل الفقس مباشرة يطل مفعوله مع التركيزات المنخفضة . وعلى العكس من ذلك .. يحدث الموت بعد إزالة المبيد عند وجوده بالتركيزات العالية . وبناء على ذلك .. يمكن القول بأن الباراثيون في هذا النوع من البيض يخرق الكوريون ببطء شديد ، ويستمر تراكمه داخل البيض إلى أن يصل للتركيز القاتل . والتركيزات المنخفضة من المبيد غير كافية للوصول إلى الحد الكافي لموت الجنين . ولكن قد تبقى كميات قاتلة على سطح البيضة ، ومع ذلك لم يعرف بعد سبب ظهور المبيد القاتل ، والذي تمكن من الوصول للجنين بعد الفقس فقط .

مدى اختلاف طريقة فعل المبيدات الفوسفورية العضوية في طور البيضة عن الأطوار الأخرى

والآن نصل إلى السؤال الرئيسى وهو : هل تختلف طريقة فعل المبيدات الفوسفورية العضوية في طور البيضة عن الأطوار الأخرى ؟

مما سبق .. يتضح أن تبييط إنزيم (ChE) بفعل المبيدات الفوسفورية العضوية لاعتبر الطريقة الوحيدة لفعلها ، وذلك بدليل أن هناك إمكانية لموت البيض في الأطوار المبكرة قبل تكوين (ChE) . ومن المعروف أن (ChE) يظهر في منتصف فترة النمو الجنينى . ومن المحتمل أن يظهر قبل هذه الفترة ، ولكن بكميات صغيرة لا يمكن تقديرها . ويمكن تفسير موت البيض في الأطوار الأولى من النمو الجنينى للأسباب الآتية :

(أ) توجد إستريزات أخرى خلاف (ChE) لها أدوار حيوية في عمليات النمو الجنينى .

(ب) للمبيدات الفوسفورية العضوية القدرة على تبييط العديد من الإستريزات الحيوية .

(ج) يعتبر إنزيم (Ch E) ، والذي يوجد في المراحل المتأخرة من النمو الجنيني أكثر الإستريزات حساسية للشيظ .

(د) قد يكون للجرعات المنخفضة من المبيد تأثيراً مميّناً إذا وجد إنزيم (Ch E) ، وذلك في المراحل المتأخرة من النمو الجنيني .

(هـ) قد تؤثر الجرعات العالية من المبيد على الإستريزات الأقل حساسية ، والموجودة في جميع مراحل النمو الجنيني . وبذلك قد يحدث الموت في المرحلة المبكرة من النمو الجنيني .

ويعتمد الافتراض الذي يرجح الشيظ بفعل إنزيم (Ch E) على النقاط التالية

١ - تؤدي المعاملة المبكرة للبيض إلى استمرار النمو حتى المرحلة التي يوجد فيها إنزيم (Ch E) ، ومادة (Ach) .

٢ - يصحب تشييط إنزيم (Ch E) ارتفاع مستوى (A ch) .

٣ - ترتبط أعراض السمية بتشيط (Ch E) في الحالات الشاذة لجنين *O. fasciatus* .

٤ - تعتبر مركبات (A ch) ، (Ch E) أجهزة فسيولوجية ذات حيوية هامة ، ولو أن دورها غير معروف تماماً في جنين البيضة .

٤ - المبيدات الكلورينية والسيكلوداين

Chlorinated hydrocarbons & Cyclodienes

تستخدم المبيدات الكلورينية ، مثل : الـ د.د.ت ومشتقاته ، والسيكلوداين ، مثل : الألدرين ، والديلدرين ، والمبتاكلور ، والأندرين لمكافحة الحشرات التي مهاجم الثدييات ، بالإضافة إلى حماية النبات من حشرات التربة والآفات التي تصيب المجموع الخضري للنبات ، ولم تستخدم هذه المركبات كمبيدات بيض . وهناك محلولات قليلة لإيضاح طريقة فعلها على طور البيضة . وعموماً .. انخفض دور هذه المجموعة من المبيدات في برامج مكافحة السنوات الأخيرة ، نظراً لنبات متبقاها وللقوامة الحشرات لفعلها السام .

وقد أظهرت الدراسات العملية انعدام تأثير مركب الـ د.د.ت وغيره من مركبات السيكلوداين على بيض فراشة *Oriental fruit moth* ، بالمقارنة مع طورى اليرقة والحشرة الكاملة . بينما أظهرت بعض التجارب قدرة الأندرين ، والـ د.د.ت واللندرين كمبيدات بيض لبعض أنواع حرشفة الأجنحة ، خاصة التي تصيب القطن ، وذلك عند استخدام تركيزات مطابقة للظروف الحقلية . ويستمر البيض المعامل بهذه المبيدات (في أى مرحلة من النمو) في التطور والنمو الجنيني حتى الفقس ، وعند هذه المرحلة يحدث الموت . وقد يفشل أو ينجح الجنين في الفقس وفقاً لمستوى الجرعة المعاملة . ولم

يعرف بعد طريقة فعل هذه المركبات على الجنين . وقد ينحصر التأثير على الجهاز العصبي (الحبل العصبي المركزي أو الأعصاب الطرفية أو كليهما) .

Carbamates

• - الكاربامات

يرتبط الفعل الإبادة لمبيدات الكاربامات بقدرته على تثبيط إنزيم الكولين إستريز بالحبل العصبي ، كما تعمل مبيدات الكاربامات على خفض نشاط إنزيم (Ali E) في الحشرات . وحتى الآن لا يعرف الدور الرئيسي لكل من الإنزيمين في إحداث الفعل السام ، ولا توجد دراسات كافية توضح طريقة فعل هذه المجموعة من المبيدات ضد بيض الحشرات .

ويعتبر الكارباميل Carbaryl (السفين) مبيد يبيض فعالاً ضد أنواع كثيرة من حرشية الأجنحة . ويختلف مستوى الحساسية باختلاف الأنواع الحشرية . وكما في المبيدات الفوسفورية العضوية .. يتم التثبيط الجنيني للبيض المعامل بالكاربامات طبيعياً حتى قبل الفقس بقليل حيث يتم الموت . وعلى العكس من ذلك .. لا يؤثر الـ Dimetan على بيض بقعة حشيشة اللين الكبيرة ، وذلك عند معاملة في صورة أبخرة . ويحدث فقد للسمية لكثير من مركبات الكاربامات في الأطوار الحشرية الأخرى . ولم تعرف على وجه التحديد النظم الميكانيكية المسؤولة عن المهدم ، ولكن يمكن الإشارة إلى وجود مثل هذه النظم المهدمة في طور البيضة ، حيث تتعدم فاعلية العديد من هذه المركبات على طور البيضة .

The ovicidal action of acaricides طريقة فعل مبيدات الأكاروس ضد البيض

ظهرت خطورة الأكاروسات كآفات في السنوات الأخيرة ، وارتبط ذلك مع ظهور المبيدات الحشرية العضوية المصنعة . ويرجع ذلك إلى مقاومة الأكاروسات لفعل مجاميع مختلفة من المبيدات ، بالإضافة إلى حدوث خلل في التوازن الطبيعي نتيجة القضاء على الأعداء الحيوية للأكاروس بفعل المبيدات العضوية . وقد استخدمت زيوت البترول ، ومركبات الـ داي نيترو ، وبعض المبيدات الفوسفورية العضوية في برامج مكافحة بيض الأكاروسات التي تصيب النبات . وتتميز المبيدات الأكاروسية ذات الفاعلية على البيض بتخصصها العالي ، حيث إنها لا تؤثر على كثير من الحشرات .

وعموماً .. يمكن القول بأن مبيدات بيض الأكاروسات أكثر انتشاراً من مبيدات الحشرات ، فقد استمرت فاعلية زيوت البترول ضد بيض الأكاروس لمدة طويلة . واستخدمت مركبات الـ داي نيترو على نطاق محدود ، بالمقارنة بالزيوت البترولية . كما لوحظ أن كثيراً من المركبات العضوية المصنعة قد أظهرت تأثيرات عالية كمبيدات لبيض الأكاروس .

ولم تعرف حتى الآن طريقة فعل مبيدات بيض الأكاروس على وجه التحديد . وقد وجد أن كثيراً من مبيدات الأكاروس تتميز بقدرتها على اختراق البيضة ، وقتل الجنين في المراحل الأولى من النمو .

وقد يحدث التسمم بفعل الأنخرة أو بفعل المتبقيات الموجودة على سطح البيضة . وقد وجد أن معاملة إناث الأكاروس بالتدوين تدفع الأنثى إلى إنتاج بويضات غير خصبة .

وكما في الحشرات .. يلاحظ أن الأطوار المختلفة من الأكاروس تظهر درجات متفاوتة من الحساسية تجاه المبيد . وقد أظهرت الدراسات على الأكاروس ذى البقعتين أن طور البيضة هو أكثر الأطوار مقاومة ، بينما كان أكثرها حساسية في حالات قليلة . وتتميز أكاروسات النبات بميلها الواضح لإظهار المقاومة لفعل المبيدات ، حيث تظهر المقاومة أولاً للمبيدات الأكاروسية غير المتخصصة ، مثل المبيدات الفوسفورية العضوية ثم للمبيدات الأكاروسية المتخصصة . وقد تظهر المقاومة في طور البيضة لبعض المبيدات الأكاروسية ذات التأثير الواضح على هذا الطور (مثل الباراثيون ضد بيض الأكاروس ذى البقعتين) . ويتميز الأكاروس بالتخصص للمجاميع الكيميائية ، حيث تختلف درجة الحساسية داخل المجموعة الواحدة من المبيدات ، ويظهر اتجاه واضح لإحداث المقاومة . وعموماً .. تحتل مبيدات البيض موقعا متميزا في مكافحة الأكاروس .

Mortality preceding eclosion

موت الجنين قبل الفقس مباشرة

من الملفت للنظر أن تعريض الأجنة لضغط ما يؤدي غالباً إلى وصولها لمرحلة اكتمال النمو الجنيني ، ثم تموت قبل الفقس مباشرة . ويحدث هذا إما نتيجة الاستجابة لفعل المعاملة بمبيدات البيض ، أو نتيجة لضغوط أخرى غير طبيعية مثل مستوى الرطوبة غير المناسب . ويبدو أن هناك تفسيراً لهذه الحالة عند تعريض البيض للمبيدات الفوسفورية (انظر الجزء الخاص بطريقة فعل المبيدات الفوسفورية العضوية ضد البيض) . وما زال تفسير ذلك تحت ظروف الضغوط الأخرى مجهولاً .

من المعروف أن نشاط الجنين العضلي الذي يسبق عملية الفقس يزيد من الضغط على الكائن الحي ، ويؤدي ذلك إلى وجود رابطة ضعيفة تنكسر تحت الحمل الزائد . وتلعب الإنزيمات دوراً هاماً في تنظيم عملية الفقس ، كما تعمل المبيدات على تثبيط عمل هذه الإنزيمات . ويختلف ذلك عن فعل الزيوت البترولية على البيض ، والتي لا يعتمد دورها على التثبيط الإنزيمي . وقد يكون ارتفاع الاستفادة من الغذاء المخزن ، وبالتالي نفاذ الإمداد الغذائي أحد تفسيرات موت الجنين قبل الفقس مباشرة .

أهم دراسات تقييم مبيدات البيض في مصر

زاد الاهتمام بمبيدات البيض في مصر في السنوات العشر الأخيرة ، خاصة ضد دودة ورق القطن . وقد أظهرت الدراسات التي أجراها الجندي وآخرون عام ١٩٧٦ كفاءة البيروثرويدى SH ١647 كمبيد لبيض حشرة دودة ورق القطن . ومن الجدير بالاهتمام تلك الدراسة التي أجراها العتال وآخرون عام ١٩٨٣ ، والتي أظهرت الكفاءة الكاملة للزيوت المعدنية المختبرة كمبيدات بيض دودة

ورق القطن . وهذا الاتجاه جدير بمزيد من الدراسة لميزاته المتعددة من الناحية التطبيقية . كما وجد زيدان وآخرون عام ١٩٨٥ أن المبيد الكلورباماتي (كارتاب) ذو تأثير فعال كمبيد ليبيض دودة ورق القطن . وكانت العلاقة بين عمر البعوضة ومستوى حساسيتها للمبيد المستخدم علاقة إيجابية ؛ أي أن البعوض المتقدم في العمر أكثر حساسية لمبيد الكلورباماتي ، بالمقارنة بالبعوض الحديث الوضع . كما أوضحت نتائج التجارب التي أجراها عيد المجيد وآخرون عام ١٩٨٦ أن المبيد البيروثرويدي الفينفاثيرات ، هو أكثر المبيدات المختبرة كفاءة ضد بيض دودة ورق القطن ، يليه المبيد الفوسفوري السيانوفوس ، ثم المبيد الكلورباماتي كارتاب جدول (٦ - ١) . وقد تطابقت نتائج العلاقة بين عمر البعوض ومستوى حساسيته للمبيدات ، مع ما وجدته زيدان وآخرون عام (١٩٨٥) . كما أجريت دراسة مقارنة لثلاثة أنواع من الزيوت المحلية أوضحت كفاءة الزيت المعدني (K) ، ولم يكن لعمر البعوض عند تقييم كفاءة الزيوت المعدنية أي تأثير على مستوى الحساسية . وقد أعطى خلط المبيدات المختبرة مع الزيت المعدني (4 Kz) تأثيراً مقوياً لبعض الخلطات ، خاصة عند نسبة ٢ : ٢٥ : ٢٥ ، وذلك للمبيدات الثلاثة المختبرة .

جدول (٦-١) : دراسة مقارنة لكفاءة بعض المبيدات الحشرية ، والزيوت المعدنية ضد بيض دودة ورق القطن .

التركيز الكافي لقتل ٥٠٪ من البعوض (بالجزء في المليون)			
المبيد	بيض عمر يوم	بيض عمر يومين	بيض عمر ثلاثة أيام
الكلورباماتي	١٤٥	١٣٥	٧٨
الفينفاثيرات	١٠٠	٥٠	٣٠
السيانوفوس	١١٠	٦٠	٧٢
kz oil (1)	١٠٩٣	٦٤٦	١٤٧٣
kz oil (2)	٤٩٩	٨٠٨	٧٦٠
kz oil (4)	٣٢٩	٣٤٨	٣٢٩

٢٢٦ : إمكانيات استخدام مبيدات البعوض في المستقبل Prospect and promise

من الممكن تفادي المشاكل القائمة في مجال التطبيق ، والتي نواجهها الآن بحيث يمكن الحصول على مكافحة ناجحة وفعالة ، وذلك بالقضاء على ظاهرة مقاومة الحشرات لفعال المبيدات ، وتفايدي التأثيرات الضارة على الحيوانات النافعة ، وحل مشاكل المتبقيات . وينحصر الأمل في برامج التحكم

المتكامل للآفات (IPM) . وكلما ضاقت الفجوة بين الأمثل والمتاح أمكن التوصل إلى المكافحة الناجحة .

من المفيد أن يؤخذ في الاعتبار كل طور من أطوار الآفة لتحديد أكثرها حساسية وقابلية للتأثر بالمبيد . وفي هذه الحالة يمكن استخدام مبيدات البيض بكفاءة تامة ، حينما يكون طور البيض أكثر الأطوار تأثراً بالمبيد الكيميائي . ويتطلب ذلك معرفة دورة حياة الحشرة (مدة الجيل — مكان التواجد — حساسية طور البيض) .

من الضروري حدوث تقدم ملموس في اختيار أفضل المبيدات كفاءة ضد البيض ، وأكثر صور المستحضرات فاعلية وأماناً . ولا يمكن القول بأن جميع مبيدات البيض تصلح للتطبيق الحقل عدا مبيدات بيض الأكاروس التي تستخدم الآن على نطاق واسع . ومن المعروف أن صورة المستحضر قد تؤثر بوضوح على فعل المبيد ضد البيضة ؛ لذا يجب التوصل إلى مبيدات لها صفة الجهازية ، حتى يمكنها أن تصل إلى الجنين بسرعة . وقد تلقى المعلومات المتاحة عن دور الكوريون في امتصاص ونفاذ السم الضوء على المستحضرات المناسبة لخفض مستوى التركيز المستخدم في التطبيق . وقد أظهرت بعض مبيدات البيض كفاءة عالية عن طريق فعلها الجهازى ، وأتاحت استخدامها إمكانية كبيرة في مجال التطبيق الحقل .

ويعتبر غطاء محلول الرش من العوامل المحددة في مكافحة بيض بعض الآفات ، خاصة الأكاروس الأحمر الأوروبي ، حيث تصاحب التغطية الضعيفة رواسب من المبيد غير كافية لإحداث الفعل السام بالإضافة إلى تساقط كميات كبيرة من محلول الرش بعيداً عن الهدف . وهنا تلعب طريقة التطبيق دوراً هاماً في هذا الصدد . ويجب أن تتلاقى برامج المكافحة في المستقبل حدوث ظاهرة المقاومة ، وكذا التأثيرات الضارة للحوانات والحشرات النافعة ، بالإضافة إلى حل مشاكل المتبقيات . وتظهر مبيدات البيض كأحد الحلول المقترحة للتغلب على هذه المشاكل . ومن الواضح أن كثيراً من الكائنات الحية لها القدرة على مقاومة فعل المبيدات أكثر من الأخرى . وبنفس الكيفية .. فقد تحدث المقاومة لمجموعة من المبيدات دون الأخرى . ومن المعتقد حتى الآن أن ظاهرة المقاومة في طور البيضة عملية نادرة الحدوث . وقد أظهرت الدراسات أن الحشرات والأكاروسات لا تظهر مقاومة لمجموعتين معروفتين من مبيدات البيض ، هما : الزيوت البترولية ومركبات الـ داي نيترو . وقد يتيح ذلك إمكانية استخدامها في المستقبل ، خاصة مع قدرتها الإبادة العالية وأمانها على النبات .

وعند التعرض لمشاكل المتبقيات .. فإن اختيار المبيد المناسب ، وتحديد الفترة بين المعاملة والحصاد يعملان على تخفيف حدة وخطورة المتبقيات ، حيث يمكن استخدام الزيوت البترولية ، ومركبات الـ داي نيترو في بداية الموسم دون ظهور أى مشاكل للمتبقيات . ويمكن التجاوز عن معاملة نهاية الموسم التي تظهر فيها مشاكل المتبقيات عند حصاد المحصول . وعموماً .. يمكن القول بأن استخدام مبيدات البيض في بداية الموسم تقلل الحاجة للمعاملة مرة أخرى في نهاية الموسم ، وهي الفترة التي تظهر فيها مشاكل المتبقيات (وقت الحصاد) .

يعتبر تأثير المبيد القاتل للكائنات الحية ، والحيوانات غير المستهدفة من المشاكل المرتبطة بالمكافحة الكيميائية . وقد تنخفض هذه التأثيرات مع استخدام المبيدات الحشرية المتخصصة ، ومع إجراء المعاملة عندما تكون الحيوانات غير المستهدفة أقل عرضة للمبيد . ومع تركيز معاملة المبيد على الهدف . فالبيض الساكن في فصل الشتاء يكون أكثر عرضة وقابلية للتأثر بالمبيد ، وذلك حينما تكون الكائنات غير المستهدفة بعيداً عن مكان المعاملة . وعلى سبيل المثال .. تؤدي المعاملة المحلية (الموضعية) إلى خفض التأثير على الكائنات الأخرى ، وذلك عند مكافحة ثاقبات أشجار الخوخ ، والتي يمكن مكافحتها بمعاملة البيض مرة واحدة مباشرة في منطقة محدودة على جنوع الأشجار . ومن هنا يمكن أن نعتبر أن زمن ومكان المعاملة ، واختيار المبيد المناسب ضمانات هامة لعدم ظهور أى تأثيرات ضارة على الكائنات الأخرى . وقد يكون استخدام مبيدات البيض هو السبيل الوحيد لتحقيق هذه الغاية .

كما سبق يتضح أن هناك إمكانيات كبيرة لاستخدام مبيدات البيض ضمن برامج التحكم المتكامل لآفات للوصول إلى مكافحة ناجحة وفعالة حتى يمكن تجنب كثير من المشاكل المعقدة التي ظهرت في السنوات الأخيرة . ومازال الأمر يتطلب كثيراً من الجهد في هذا المجال حتى تحتل مبيدات البيض مكانها الطبيعي كأحد عناصر التحكم المتكامل للآفات .

الفصل السابع

مانعات التغذية

أولاً : مقدمة

ثانياً : تقسيم مانعات التغذية وفقاً للتركيب الكيميائي

ثالثاً : طريقة فعل مانعات التغذية

رابعاً : مراحل تقييم مانعات التغذية

خامساً : التأثيرات المختلفة لمانعات التغذية

الفصل السابع

مانعات التغذية

Antifeedants

أولاً : مقدمة

تعتبر مانعات التغذية أحد الاتجاهات الحديثة في مكافحة ، والتي ظهرت في أوائل الستينيات بفرض حماية الحصول من مهاجمة الآفة . وهي تختلف في ذلك عن المبيدات الحشرية في كونها لا تؤدي إلى القتل المباشر للآفة ، أو طردها ، بينما يرجع تأثيرها إلى قدرتها على منع تغذية الآفة ، وبالتالي تموت الحشرة نتيجة الجوع إذا لم تجد عائلاً آخر ؛ وبهذا يمكن حماية المحصول أو منتجاته . ويتمتع استخدام مانعات التغذية ، في برامج التحكم المتكامل للآفات ، بسمات معينة تضاعفت من ضرورة الاهتمام به ؛ حيث إنه يقدم الحماية للمحاصيل المتخصصة ، ويجنب كذلك الضرر للكائنات غير المستهدفة ، وهذه ميزات هامة لا يمكن تجاهلها . ومع ذلك فقد تكون هذه الوسيلة شركاً أو خداعاً لا يمكن إدراكه . ولا تعطى التجارب العملية عادة الصورة الحقيقية بالمقارنة بتجارب الحقل ؛ حيث إن التوصل إلى نتائج طيبة داخل ظروف العمل يحكمه غياب العائل الآخر ، بينما في الحقل تكون الحشرة حرة الحركة والتجول من مكان لآخر ، وبالتالي قد تتمكن من العثور على بعض العوائل الأخرى كالحشائش مثلاً فتتمكن من تفادي أثر المانع . وقد تموت الآفة نتيجة فشلها في العثور على عائل آخر تغذى عليه .

Definition of antifeedants

تعريف مانعات التغذية

تشير الدراسات القديمة لهذه المركبات على أنها مواد طاردة Repellents . ولكن اصطلاح Antifeedant لا يعنى الطرد بديل أن الحشرة لا تتعد عن السطح المعامل . وعلى ذلك استخدام اصطلاح آخر هو فائد للشبهة Appetite anorexient ، وهو اصطلاح غير دقيق حيث إن شهية الحشرة لا تتأثر في وجود الغذاء اللامم . كما أطلق أيضاً اصطلاح طارد للتغذية Gustatory repellent ، وهذا الاصطلاح لا يدل على طريقة تأثير هذه المركبات ؛ حيث إن الطرد هنا يعنى اتجاه الحشرة بعيداً عن المصدر الغذائي المعامل . وقد اقترح العالم Dethier وآخرون عام ١٩٦٠ استخدام اصطلاح مانع ، أو عائق التغذية Feeding deterrent ، وهو أكثر المصطلحات قبولا . وفي عام ١٩٦٥ ذكر Frazer تمييز

Rejectant ، وهو يعنى الرفض أو النبذ . وتعتبر اصطلاحات Antifeedant , Rejectant ، من أكثر المصطلحات المستخدمة قبولاً في الوقت الحاضر . وعموماً .. يمكن تعريف مانعات التغذية بأنها عبارة عن المواد الكيميائية التي تمنع بدء ، أو استمرار تغذية الحشرة على العائل المناسب ، ولايهم أن تكون هذه المواد ذات تأثير طارد أو سلم .

نبذة تاريخية عن مانعات التغذية

يعتبر مركب Z.I.P. (ملح خارصيني مشتق من حمض Dimethyl dithio carbamic acid) من أول المركبات التي استعملت كإعناات للتغذية ، حيث استخدم لمنع القفران والقرلان من التغذية على قلف وبراعم الأشجار في فصل الشتاء . وهذه المادة سامة جداً للنبات ، خاصة عند استعمالها على المجموع الخضري ، وهي لا تؤثر على الحشرات . وفي عام ١٩٢٨ (قبل استخدام Z.I.P.) ، ظهر مركب Mitin FF كإعناة لتغذية يرقات فراشة الملابس . وفي عام ١٩٣٢ اخترع Metzger & Grant حوالي ٥٠٠ مادة كيميائية ضد حشرة الخنفساء اليابانية *Popillia japonica* ، ولم تكن النتائج مشجعة . كما كان ظهور مركب 24055 عام ١٩٥٩ بداية لانطلاق استخدام مانعات التغذية في مجال مكافحة الآفات الزراعية . وفي عام ١٩٦٢ لفت Pradhan وآخرون الأنظار إلى قيمة مستخلصات شجرة الزرنخلة *Azadirachta indica* (Neem) في منع تغذية الجراد الصحراوي ، ويعتبر هذا الاكتشاف أفضل ما تم تحقيقه في مجال مانعات التغذية ذات الأصول الطبيعية . وقد لاحظ Chapman عام ١٩٧٤ أن اختبار كفاءة المادة المانعة للتغذية ضد عدد كبير من الآفات يعتبر عملية غير مجدية ، وذلك بسبب الاختلافات في درجة استجابة الأنواع للمواد النباتية الثانوية ؛ مما يدعو إلى البحث عن مانعات تغذية متخصصة ضد آفات معينة .

ويمكن القول من خلال الدراسات المتاحة إن للآفة المتخصصة (ذات التغذية الخاصة) عدداً محدوداً من العوائل . وقد يكون السير في هذا الاتجاه أكثر تحقيقاً للهدف المنشود من استخدام مانعات التغذية لمكافحة الآفة . وأظهرت الدراسات أن عدد مركبات مانعات التغذية الفعالة للجراد قليل العوائل ، (الجراد الأفريقي) *L. migratoria* ، يبلغ أربعة أضعاف الجراد عديد العوائل (الجراد الصحراوي) *S. gregaria* . وعموماً .. تكون هذه الكيميائيات المانعة للتغذية فعالة عند حدود التركيزات المنخفضة . ومن الجدير بالذكر أن المركبات المانعة للتغذية للجراد الأفريقي ، تكون في نفس الوقت منبهة للتغذية Phagostimulant للجراد الصحراوي ، وذلك حتى إذا أظهر مركب *Azadirachtin* فعلاً استثنائياً كإعناة للتغذية ضد حشرة الجراد الصحراوي . ولعل ذلك يوضح ضرورة عدم إهمال الأنواع عديدة العوائل الغنائية في اختبارات مانعات التغذية .

يجب أن يتم التركيز في البحث عن المركبات الفعالة ذات المجاميع الكيميائية الخاصة ، مثل : بمجاميع Terpenoid ومن أمثلتها مركب *Azadirachtin* وهو مركب ثلاثي التربينويد Triterpenoid ، وقد وجد حديثاً أن أشجار الزرنخلة تحتوي على أكثر من ١٢ مركباً مشابهاً له ، منها مركبان ذوا تأثير

ناع للتغذية . وقد أظهرت الدراسات أن بعض موانع التغذية ثنائية التريينويد لها تأثير فعال ضد حشرة دودة ورق القطن . ولعل وجود اللاكتونات في العائلة المركبة Compositae يدعو إلى التركيز على هذه المجموعة من الكيمياء في الدراسة . ومن الضروري الاهتمام بمجموعة البيروبيدات المخلقة من حيث أثرها المانع للتغذية الحشرات .

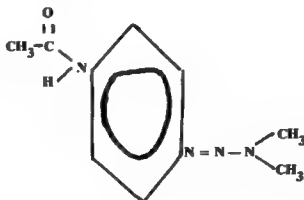
ثانيًا : تقسيم موانع التغذية وفقًا للتركيب الكيميائي

تتميز موانع التغذية عن غيرها من الاتجاهات الحديثة بتأثيرها التطبيقي ، وذلك منذ استخدامها لحماية الملابس من الآفات (wright عام ١٩٦٣) . ومن الواضح أن هذه المجموعة من المركبات ، التي تتميز بالقدرة على منع تغذية الآفات ، ذات مدى واسع جدًا من حيث تركيبها الكيميائي . ومن أهم المجموعات التي تندرج تحتها هذه المركبات ما يلي :

Triazenes

١ - مجموعة مركبات ثلاثية الأزين

يندرج مركب (Ac - 24055) - (3,3-dimethyl-1-triazeno) Acetanilide تحت هذه المجموعة . وقد خرج هذا المركب من النطاق التجريبي إلى التطبيق الحقل . وهو مركب صلب عديم الطعم والرائحة ، يتحلل بسرعة في الوسط الحامضي ، ويتحول لونه إلى اللون الداكن ، تعتبر سميته للثدييات متوسطة حيث إن LD 50 للفئران عن طريق الفم = ٥١٠ مجم/كجم ، بينما تصل في الأرانب إلى ١٤٠٠ مجم/كجم . وليس له تأثير مهيج للمجلد أو العين ، أو تأثير ضار على النبات في حدود الجرعات المستخدمة ، ويمكن إنتاجه بسهولة وبتكاليف اقتصادية بسيطة . وهي مادة غير متخصصة ؛ حيث تؤثر كإعانة للتغذية على الخنافس ، والسوس ، والصراصير ، ويرقات حشرية الأجنحة . وليس لهذه المادة تأثير ضار على الأعداء الحيوية ، أو النحل . ومخلفاتها غير سامة . وقد أظهرت تجارب المعمل أن هذا المركب فعال جدًا كإعانة للتغذية ضد العديد من الحشرات التي تتغذى على الأسطح ، ولكنه أقل فاعلية ضد الحشرات التي تتغذى على الأنسجة العميقة . ولم يدخل هذا المركب مجال التطبيق الواسع لضعف قدرته على حماية الفواكه الجديدة ، وعدم قدرته على تخليل السطح المعامل .



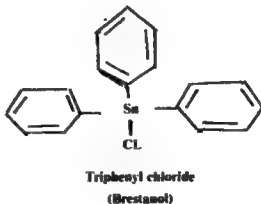
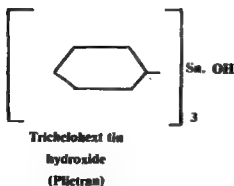
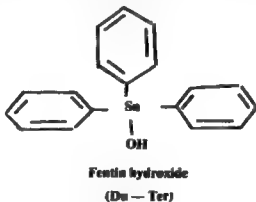
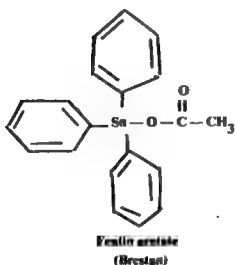
Organotins

٢ - مجموعات مركبات القصدير العضوية

استخدمت هذه المجموعة من المركبات كمبيدات فطرية في البداية . وقد أشار Ascher إلى أنه لمركب البرستان Brestan (أحد أعضاء هذه المجموعة) القدرة على منع تغذية الحشرات على النباتات المعاملة وذلك عند استخدامه كمبيد فطري . وقد أظهرت الدراسات تفاعل هالوجينات مركبات القصدير العضوية ببطء مع الماء على النحو التالي :

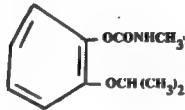


وترجع خاصية منع التغذية إلى الكاتيون $(C_6H_5)_3 Sn^+$ ، أما تأثير الأنيون فهو ضعيف . وقد أعطت هذه المجموعة من المركبات نتائج طيبة في المعمل والحقل ضد خنفساء الكلورادو ، ويرقات درنات البطاطس ، دودة ورق القطن ، الدودة القارضة . ومن أهم مركبات هذه المجموعة الديوتير Du-Ter ، البرستان Brestan ، البرستانول ، الديوتيريترا ، واليكتران . وتتميز هذه المجموعة عموماً بقدرتها الإيجابية للفطر ، والنيماتودا ، والقواقع ، والحشرات ذات الفم القارض بجانب أثرها التعقيمي ضد بعض الحشرات .



(بعض مركبات القصدير العضوية)

استخدمت مجموعة الكاربامات أساساً كمبيدات حشرية . وقد أجريت العديد من التجارب التي أظهرت قدرة مركبات الثيوكاربامات على منع تغذية خنفساء البقول المكسيكية ، وخنفساء الكلورادو ، والخنفساء اليابانية . كما أظهرت مجموعة من مركبات الفينيل كاربامات كفاءة واضحة في منع تغذية يرقات السبحة المالحة Salt marsh ، وذلك بعد المعاملة بـ $\frac{1}{10}$ الجرعة المميتة . ومن أبرز مركبات هذه المجموعة مركب البيجون (Propoxur) ، الذى أظهر قدرات عالية كإعناك للتغذية ضد العديد من الحشرات ذات القم القارض . ومركب الباييكون ، رمزه $C_{11}H_{15}NO_3$ ، الاسم الكيميائى $N - methyl - O - isopropoxy phenyl carbamate$ ، وزنه الجزيئى ٢٠٩،٢ ، مسحوق بلورى عديم اللون ، يذوب فى الماء بنسبة قليلة جداً ، ويذوب فى معظم المذيبات العضوية . يتحلل فى الوسط العالى القلوية - وتوجد المادة التجارية فى صورة مسحوق قابل للبلل بتركيز ٥٠٪ ، أو فى صورة مركبات قابلة للاستحلاب (٢٠٪) أو عجبات (٦،٥٪) . الجرعة القمية للفران $LD_{50} = ٩٠ - ١٢٨$ ملليجرام/ كجم .



وقد أظهر مركب الباييكون صفات جهازية كإعناك للتغذية ضد موس اللوز عند معاملتها بجرعة من ٤٠ - ١٠٠ جزء فى المليون . أما عند خفض الجرعة إلى ٥ - ٢٠ جزء فى المليون ، أعطى المركب حماية جزئية فقط . ويعتبر هذا المركب من المركبات النادرة التى لها صفات جهازية كإعناكات تغذية .

Botanical extracts

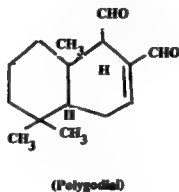
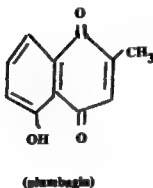
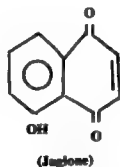
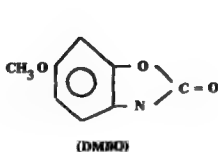
٤ - المستخلصات النباتية

من المعروف أن اختيار الحشرة عديدة العوائل لمائلها النباتى يعتمد إلى حد كبير على توزيع الكيمائيات الطاردة والمانعة للتغذية فى المملكة النباتية . وعلى سبيل المثال .. فقد وجد Jermy عام (١٩٦٦) عند اختبار أنواع مختلفة من الحشرات على ١٠٠ نوع نباتى إن النباتات التى لم تتخذ عليها الحشرة أو تغذت عليها بكميات قليلة ، تحتوى على مركبات مانعة للتغذية . كما اختبر مايقرب من ٢٠٠ مادة كيميائية نباتية ثانوية من حيث تأثيرها المانع للتغذية على النطاطات والجراد ، وقد أحدثت غالبية هذه المركبات نقصاً فى القدرة الغذائية للأتوانع التى تتغذى على النجيليات ، مثل الجراد الأفريقى ، بينما أثر عدد قليل منها على الجراد الصحراوى (عديد العوائل) النباتية .

. وكحقيقة عامة .. فإن الحشرات العديدة العوائل النباتية تتحير أقل حساسية تجاه مناعلات التغذية عند مقارنتها بالحشرات القليلة العوائل النباتية .

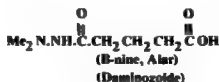
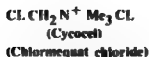
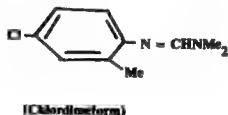
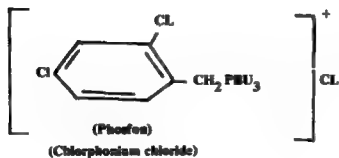
لكثير من المستخلصات النباتية تأثير طارد للحشرات ، ول بعضها قدرة على منع تغذيتها ، وقد أظهر مركب البيرثرم صفاته الجيدة كطارد للتدوق ضد حشرة الجلوسينا . كما أمكن عزل وتعريف مركب (MBOA) 6-methoxy benzoxazolinone ، وهو مستخلص من نباتات المقاومة لدودة الذرة الأوروبية . ويوجد هذا المركب على حالة جلوكوسيد يطلق عليه (DIMBOA) . وينطلق هذا المركب بالفعل الإنزيمى إلى مكان الضرر الناشئ من التغذية ، ثم يتحول ببطء إلى مركب (MBOA) . وقد أشار Klum وآخرون عام ١٩٦٧ إلى أن معظم التأثير المانع للتغذية في النبات إنما يرجع إلى مركب (DIMBOA) بدرجة أكبر من مركب (MBOA) .

وقد لوحظ حديثاً أن لمركب (Juglone) تأثيراً مانعاً للتغذية ضد خنافس اللحاء والصرصور الأمريكى . وتحتوى بعض النباتات على مركبات غير سامة تتميز بآثارها المانع لتغذية الحشرات ، وبعض الحيوانات وذلك لطعمها غير المرغوب . وقد أمكن تعريف مركبين ذوى تأثير مانع للتغذية ، هما (Plumbagin) وتم عزله من جذور النبات الطبي *Plumbago capensis* ، والثانى (Polygodial) وتم عزله من براعم نبات *Polygonum hydropiper* .



وهي مجموعة من المركبات غير متشابهة ، ولا تنتمي إلى أى من المجموعات السابقة ، كما تتميز بقدرتها على منع تغذية بعض الحشرات . وقد وجد Dethier عام ١٩٤٧ أن مركب ستيارات النحاس ، وكلوريد الزئبقيك يحترقان مركبين طلردين للتفوق ضد يرقات Tent caterpillar . كما أشار Tahori وآخرون عام ١٩٦٥ إلى وجود كثير من المواد المنظمة نمو النبات ، والتي تمنع تغذية يرقات دودة ورق القطن عند استخدامها بمعدلات عالية نسبياً على المجموع الخضري للقطن ، أو عند غمس أوراق القطن في محلول المركب . ومن أهم هذه المركبات : الكارفندان Carvadan ، الفوسفون - Phosfon ، السيكلوسيل Cycocel ، الـ B-nine . ولقد أظهرت الدراسات أن مركب الفوسفون هو أكثرها فاعلية حيث أعطى تأثيراً مانعاً لتغذية يرقات دودة ورق القطن بلغ ٨٩٪ عند غمر أوراق القطن في محلول تركيزه ٤٠٠٠ جزء في المليون ، بينما أعطى تركيز ٤٠٠ جزء في المليون نسبة منع للتغذية بلغت حوالى ٣٥٪ . وعند المعاملة الحقلية لأوراق نبات القفل والبقول السوداني بمحاليل من الفوسفون تركيزها ١٢٠٠ ، ٤٠٠ جزء في المليون على الترتيب ، أمكن منع تغذية يرقات دودة ورق القطن على هذه النباتات .

وهناك مركب يخضع لهذه المجموعة من المركبات المتنوعة ، وهو ينتمى أصلاً إلى المبيدات الحشرية والأكاروسية وهو مركب Chlordimeform (Galecron ، أو Fundal) وقد أظهر قدرات عالية كمانع لتغذية يرقات دودة ورق القطن .



Mode of action of antifeedants

ثالثاً : طريقة فعل مانعات التغذية

تشرع الحشرات ذات الفم القارض في التغذية بالقرض على السطح ، فإذا كانت منطقة القرض مقبولة لديها ، كررت العملية . أما إذا كانت المنطقة غير مستساغة لدى الحشرة ، حاولت القرض في مناطق أخرى ، أو توقفت عن التغذية ، وقد يترك النبات لتحلول مرة ثانية على نبات آخر . وقد تؤدي هذه الاستجابة للتغذية في النهاية إلى موت الحشرة نتيجة الجوع . وعموماً .. تم تغذية الحشرة طبيعياً على ثلاث مراحل متتابعة .

Orientation or attraction

١ - المرحلة الأولى : الاتجاه والانجذاب نحو الغذاء

عندما تتاح للحشرات فرصة المفاضلة والاختيار بين نوعين من الغذاء ، أحدهما معامل بمائع التغذية ، والآخر غير معامل ، يلاحظ عدم وجود أية اختلافات في الاتجاه والانجذاب نحو كل من الغذائين ، أى أن فرصة اتجاه الحشرات نحو أحدهما تكون متساوية (افتراض نظري) ، حيث تتوزع الحشرات المختيرة نظرياً بالتساوى على كل من الغذاء المعامل وغير المعامل .

Biting

٢ - المرحلة الثانية : الفروع في القرض -

وفيهما تشرع الحشرات التي اتجهت إلى كل من الغذاء المعامل وغير المعامل في القرض . ويظهر الاختلاف بينهما في مدى استمرار عملية القرض ، حيث تتوقف الحشرات التي اتجهت نحو الغذاء المعامل عن القرض ، بينما تستمر الحشرات التي اتجهت نحو الغذاء غير المعامل في القرض بشكل طبيعى .

٣ - المرحلة الثالثة : الابتلاع أو الاستمرار في التغذية

Swallowing or sustained feeding

يكمن الفرق بين الحشرات التي تعرضت لغذاء معامل ، أو غير معامل أساساً في هذه المرحلة حيث تتوقف الحشرات التي شرعت في القرض عن التغذية تماماً على غذاء معامل ، بينما تستمر الحشرات الأخرى في التغذية على الأسطح غير المعاملة . ويلاحظ وجود قضمات صغيرة جداً على أسطح الأغذية المعاملة ، وذلك لتجول الحشرة ومحاولةها العديدة في القرض من مناطق مختلفة .

عموماً .. تحتاج الحشرة إلى ثلاثة عناصر رئيسية حتى تم عملية التغذية بشكل طبيعى ، وهى :

(أ) وجود أعضاء الحس ، أو منبهات التنوق .

(ب) غياب مثبط التسيه ، أو المؤثر المانع للتغذية .

(ج) يلزم أن تكون الحشرة في حالة الجوع .

وتشير الدلائل إلى أن مانعات التغذية تعمل على تثبيط فعل المستقبلات الحسية الكيميائية الخاصة بالتلوق ، *Gustatory sense organs (Chemoreceptors)* ، والموجودة في منطقة الفم ، فتفقد الحشرة تهيبة التلوق ، ويؤدي ذلك إلى فشلها في التعرف على السطح المعامل أو غير المعامل ، مما يؤدي إلى توقفها عن التغذية ، ثم تستمر في التجول بحثاً عن مصدر غذائي آخر . وقد أظهرت بعض الدراسات صدق هذه النظرية ، لأنه إذا لم يلامس مانع التغذية هذه المستقبلات الحسية ، فسوف تستمر الحشرة في التغذية بشكل طبيعي . وقد أجريت بعض التجارب العملية على مركب (24055) بوضعه في تجويف الفم مع تجنب ملامسته لأعضاء الحس الخاصة بالتلوق ، ولم يظهر أى فعل مانع للتغذية ، كما أن حقن هذا المركب في فراغ جسم الحشرة ، أو غمر الحشرة في محلول المركب باستثناء منطقة الرأس لم يعط أى تأثير مانع للتغذية .

كما وجد Frankel & Waldbaur عام ١٩٦١ في دراستهما على يرقات حشرة الدخان أن المستقبلات الحسية الموجودة في الفك السفلي هي التي تنظم عملية التغذية ، وذلك بالإدراك الحسى للمواد المانعة للتغذية ، أو بواسطة التهيبة التلقائي للجهاز العصبي حتى يثبط ، أو يمنع التغذية إلى أن يتم حلوث تهيبة كامل ببداية التغذية عند توفر الظروف المناسبة .

وقد أظهرت بعض الدراسات الحديثة أن مركب اليرستان لا يعمل مباشرة على المستقبلات الحسية الخاصة بالتلوق ، والموجودة في منطقة الفم ليرقات دودة ورق القطن ، ولكنه يصبح فعالاً كإعناع للتغذية عند حقنه مباشرة في الدم . وقد لوحظ انخفاض نشاط إنزيمات الأميليز والبروتيز في القناة الهضمية ، في دراسات أخرى ، كنتيجة لمعاملة السطح الغذائي بمركبات القصدير العضوية رغم أن هذه المركبات لا تعتبر مثبطات ذات فعل مباشر على هذه الإنزيمات . وعلى العكس من ذلك .. فقد وجد أن مركب (24055) يحدث تأثيره المباشر على الحشرة عند ملامسته لأجزاء الفم ، ولا يحدث أى فعل مانع للتغذية بعد حقنه في دم الحشرة ، كما سبقت الإشارة إلى ذلك . وقد أظهرت الأبحاث أيضاً أن لمركبات Azadirachtin تأثيراً مباشراً على مستقبلات الحس الخاصة بالتلوق في الجراد الصحراوي ، وتوجد هذه المجموع الحسية التي تتأثر بهذا المركب على السطح الداخلي للملمس الشفوي .

وفي دراسة لنشاط مانعات التغذية Clorodin ، Chlordimeform لوحظ عند معاملتها قميًا ضد يرقات الدخان (تمت المعاملة للشعيرات الحسية الكيميائية الخاصة بالتلوق والرائحة) أن مكان التأثير يختلف باختلاف المركب ، فبينما كان تأثير مركب Clorodin على الملابس الفكية ، كان تأثير Chlordimeform في منطقة اللسان ؛ أى أن أعضاء الحس الكيميائية توجد في هذه المناطق بدرجات مختلفة من الحساسية للمواد الكيميائية المستخدمة . ويُترجم ذلك في صورة حركات متباعدة لأجزاء الفم ، وقرون الاستشعار المتأثرة بمانعات التغذية . وتصدر هذه الحركات عن أعضاء الحس الكيميائية المتأثرة بمانع التغذية ، وتقوم بنقلها إلى الجهاز العصبي المركزي الذي ينقلها بدوره إلى الأعصاب الطرفية ، ثم إلى مناطق الحركة . ومن الجدير بالذكر أن هذه المركبات عديدة التأثير على

معدل نشاط إنزيم الكولين إستريز ، وذلك عند استخلاصه من رؤوس يرقات العمر الخامس لحشرة الدخان .

رابعاً : مراحل تقييم موانع التغذية

The Initial bioassay

١ - التقييم الحيوى الأولى

رغم إمكانية التحكم فى التقييم الحيوى المعمل ، إلا أنه من المفضل اختبار المادة الكيميائية على العائل النباتى ، وذلك للتعرف على أهمية المواد المنبذة للتغذية على العائل النباتى ، وغيره من العوامل المتداخلة التى قد تؤدى إلى إظهار الفعل التشيطى للتغذية ، وذلك مقارنة باستخدام الغذاء الصناعى تحت الظروف المعملية . وعلى سبيل المثال .. تم اختبار ثلاثة مركبات ضد الجراد الرحال الأفريقى وأظهرت تأثيراً ضعيفاً على العائل النباتى مقارنة برقائق دقيق القمح الذى يتميز بقيمته الغذائية العالية .

جدول (٧-١): التأثير التشيطى للتغذية (%) للجراد الرحال لثلاثة مركبات نباتية اختبرت على رقائق دقيق القمح ، وأوراق القمح .

% تشيط فى التغذية مقارنة بغير المعامل		المركب وتركيزه (% وزن جاف)	
أوراق القمح	رقائق دقيق القمح		
٤٨	٩٨	٠,٠٢٥	هالوستاكين
٢٥	٧٦	٠,٢٥	بيرلولين
٤	٦٤	٥	حمض التنيك

ولا تصلح اختبارات Choice tests إلا للحشرات المتحركة ، رغم اعتبار ذلك طريقة عامة فى التقييم الحيوى . وحينما تستطيع حشرة ما التفضيل بين الأوراق المعاملة وغير المعاملة ، فلن تدخل فى مرحلة الجوع ، أو الصيام ، حيث إن المركبات الكيميائية تحت الاختبار تعطى تأثيراً أقوى مما لو كانت هناك حالة المفاضلة . وقد ظهرت نفس المشكلة فى التجارب الحقلية الصغيرة ، حيث أدى عدم وجود الأفضلية إلى تحرك الحشرة وحرية تحوالها . ويجب أن يؤخذ فى الاعتبار عند إجراء اختبارات التقييم الحيوى على موانع التغذية ، أن تتم المعاملة على نباتات حية نامية ؛ حيث إن قطع أوراق النبات قد يغير من قدرة الحشرة على الاستساغة Palatability ، وقد يؤدى ذلك إلى ظهور حالات الجوعان الغذائى Food deprivation ، والنقص الغذائى ، خاصة الماء فتبطل التأثيرات المانعة للتغذية فى بعض الحالات .

وتؤدى ظاهرة التعود Habituation على المركب الكيميائى المانع للتغذية إلى تخفيف حدة تأثيره الشيطى . فقد أظهرت الدراسات التى قلم بها Gill عام (١٩٧٢) أن تمرىض الجرارد الصحراوى لمادة Azadirachtin ، لمدة تسعة أيام على غذاء صناعى ، أظهر تأثيراً أقل كإنع للتغذية ، مقارناً بالتغذية على نفس المادة يومياً لمدة أربعة ساعات .

Plant factors

٢ - العوامل النباتية

يعتبر تأثير مناعات التغذية الضار على النبات من أهم المشاكل الحيوية . وتوفر الاختبارات الأولية كثيراً من الجهد إذا كان لمانع التغذية أثر ضار ، وسلم على النبات المعامل . وهناك بعض النباتات الحساسة جداً لمركبات القصدير العضوية ، بينما لم يعرف على وجه التحديد تأثير المستخلصات الطبيعية الضار للنبات . ومن الصعب التغلب على هذه المشكلة أو تجنبها ، حيث إن المركبات الثانوية المستخلصة من نبات ما قد تؤثر عكسياً على نمو نوع آخر من النبات ومن هذه المواد Phenolics ، Monoterpenoids ، وهناك مواد ضارة أخرى . لذا .. يقوم منتجوا النبات بالتخلص منها . وقد توجد هذه المواد فى الحويصلات ، والمصاراة البنية ، والشعيرات ، وغيرها من الغدد الخاصة ، أو على الأسطح الشمعية . وإذا لم يتم التخلص من هذه المواد احتاج النبات إلى طرق ميكانيكية خاصة للتحميل .

ويرتبط مدى الحاجة لرش مناعات التغذية القادرة على النفاذ داخل أنسجة النبات بما سبق ، حيث تتيح الصفة الجهازية الحماية للنباتات الجديدة ، وإذا لم تكن لها هذه الصفة الجهازية ، فإن الثوات الجديدة تصبح أكثر عرضة للإصابة حيث تمتد الحشرة بغذاء مستساغ . لذا .. فإن استخدام مناعات التغذية غير الجهازية يكون محدوداً بالفترة التى ينخفض فيها معدلات النمو الباقى . وعلى الجانب الآخر ، نجد أنه إذا كانت المادة المانعة للتغذية ، ذات الأصل الطبيعى ، والتى تتميز بالنشاط البيولوجى تتمتع بصفة الجهازية ، فإن هناك فرصة كبيرة لإحداث آثار جانبية ضارة للنبات ، أو قد تعرض لأى تغير كيميائى من قبل النبات .. ومن الجدير بالذكر أن المركبات المستخلصة من أشجار النيم ، والتى تتميز بالانتقال الجهازى لم تحدث أية أضرار على النباتات المعاملة . وهذه نقطة تحتاج لجهد علماء الكيمياء الحيوية لمعرفة أنواع المركبات التى تتمكن من النفاذ ، والسريان داخل النبات دون إحداث أية تغيرات كيميائية .

Realistic field trials

٣ - التقييم الحقلى الواقعى

يبدأ بهم معظم علماء الكيمياء بفصل وتعريف ودراسة المركبات ذات الأصل الطبيعى ، يعمل علماء الحشرات على إجراء اختبارات التقييم ضد كثير من أنواع الحشرات ، على الرغم من أن هذه الدراسات تحتاج إلى الرؤية الصالبة ، ومعرفة الأسس العلمية التى تتعلق بالنباتات تحقيقاً لنتائج طيبة فى الاختبارات الحقلية . وحتى تكتمل عناصر التقييم الحيوى لابد من إجراء الاختبارات الحقلية وهى

صعبة التنفيذ ، وذات تكاليف عالية وتحتاج إلى تخطيط يمتد على درجة عالية من الدقة . وقد أظهرت مستخلصات أشجار النيم ، في التجارب العملية قدرة على منع تغذية حوالى ٥٠ نوعاً من الحشرات عديدة العوائل النباتية ، بينما كانت التجارب الحقلية غير مقنعة . وقد ذكر Kerkar (١٩٧٦) أن هناك سبع حالات لم تظهر تأثيراً إيجابياً تحت الظروف الحقلية ، بينما أظهرت بعض الحالات تأثيراً إيجابياً محدوداً وذلك تحت ظروف نصف حقلية (نباتات فردية في أصص مغطاة تحت ظروف الحقل) .

أجرى Ladd ، Jacobson & Buville عام (١٩٧٨) بعض الاختبارات على مستخلصات بنور النيم ضد الخنفساء اليابانية ، وذلك باستخدام بلوطات تتكون من ٤ - ٥ نباتات . وكانت النتائج جيدة ، مع حدوث ضرر محدود للنباتات المعاملة (الضرر ميعاد للإصابة الحشرية) ، بينما كان مستوى الضرر عالى جداً في النباتات المقارنة . وتتمتع الخنافس اليابانية بالحركة النشيطة ، والقدرة على الانتقال من النباتات المعاملة إلى النباتات المقارنة . ولكن ما هي النتيجة المتوقعة إذا عوملت مساحات كبيرة من النباتات المزروعة ؟ من المتوقع أن يحدث بعض التغذية على النباتات المعاملة ، ومن البديهي أن يقل معدل منع التغذية إلى حد ما نتيجة التجويع ، وتلك نقطة في غاية الأهمية ، ويجب أن تؤخذ في الاعتبار عند تصميم التجربة . ومن الضروري كذلك اختيار مساحات واسعة حتى نحصل على نتائج واقعية . وبالرغم من التكلفة العالية إلا أن تأثيرها على المدى الطويل سيحقق ميزات أفضل . وكلما كانت الحشرة أكثر حركة ، تطلب الأمر زيادة مساحة القطعة المختبرة .

ويعتبر توافر تعداد كاف من الآفة وقت إجراء التجربة من أهم العناصر المطلوبة في التجارب الحقلية ، حيث إن انخفاض تعداد الحشرة وقت التجربة قد يعزى لأسباب كثيرة ، وقد يعطى نتائج مضللة . ومن بين المحاولات الحقلية الناجحة ، والتي تمت على مساحة واسعة ، هي اختبار تأثير مركبات القصدير العضوية ضد خنفساء الكلوراد وفي أوروبا ، وضد دودة ورق القطن في مصر . ولسوء الحظ .. فإن لهذه المركبات عيوباً كثيرة رغم أنها أدت إلى حماية المحصول .

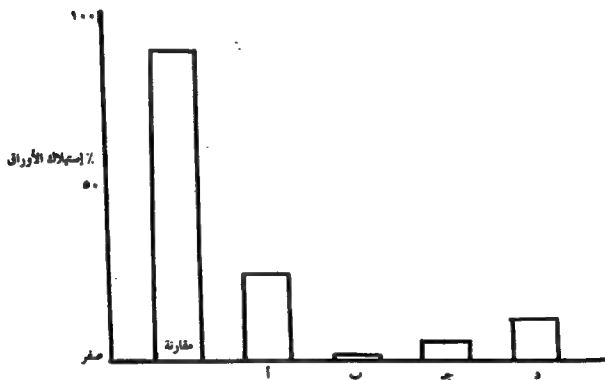
٤ - الثبات الحقل للمنعات التغذية

Field persistence of sprayed antifeedants

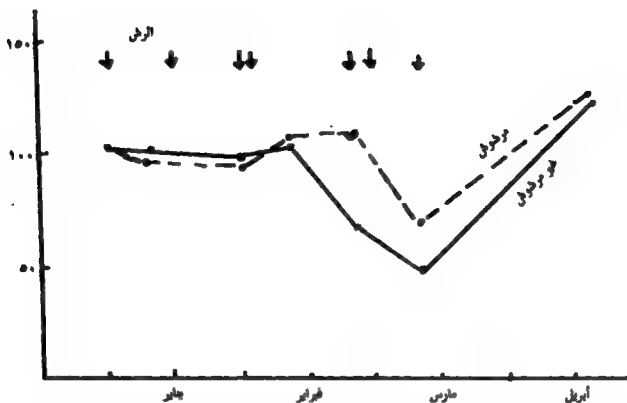
أشار Pradhan وآخرون عام (١٩٦٢) إلى حماية المحاصيل من هجوم الجراد الصحراوي برش مستخلص النيم ، والذي استمر اسبوعين في حالة غياب المطر . ولايعزى فشل النتائج الحقلية إلى غسل المركب ، ولكن هناك كثيراً من الأسباب التي تؤدي إلى ذلك ، حتى مع وجود الظروف المناخية الملائمة . وقد حققت تجارب التغذية العملية نجاحاً هائلاً ضد الخنافس اليابانية وذلك على مدى أسبوع من الرش ، بالمقارنة بالتجارب العملية الحقلية التي يلزم فيها رش النبات كل ثلاثة أيام . وفي التجارب التي أجريت بنيجيريا على حشرة *Zenocerus variegatus* ، كان الرش الحقل فعالاً حتى

١٢ يومًا من المعاملة ، وذلك عند نقل الأوراق للاختبار المعمل شكل (٧-١) ، بينما أعطى التقييم الحقل حماية ضعيفة ، بالمقارنة بالتقييم المعمل . وقد كان الاختلاف واضحًا بين المعاملات المرشوشة والمقلنة في بداية الغزو ، بينما عانت المعاملات المرشوشة من الأضرار بعد أسبوعين من الرش شكل (٧-٢) .

كما سبق .. يتضح أن المشكلة لا تنحصر في عدم الثبات الكيميائي ؛ حيث إن الأوراق المرشوشة والمعرضة في الحقل تعطى حماية كافية عند نقلها إلى المعمل . ولكن يبدو أن هناك بعض السمات التي تتمتع بها الحشرة في البيئة الحقلية ، والتي تجعلها أكثر تحملاً لعدم الاستساغة Unpalatable ، وربما تكون الاحتياجات المائية للحشرة عالية تحت الظروف الحقلية . وقد يوجد مكون سلوكي هام تحت الظروف الحقلية ، مثل التسهيل الاجتماعي للتغذية Social facilitation of feeding ، أو قدرة الحشرة على التعود Habituation على مانع التغذية الكيميائي . ولا يعرف حتى الآن سبب هذا التناقض ، كما تحتاج هذه النقطة إلى مزيد من الدراسة والتركيز .



شكل (٧-١) : مقارنة بين تغذية أوراق Cassava بفعل حشرة *Zonocerus variegatus* في المعمل بعد المعاملة بكميات مختلفة من مستخلص النيم . أ = ٢٪ مادة نباتية جافة في الماء (غمر الأوراق واختبارها على حشرات جائعة) ، ب = مثل أ ولكن باستخدام ٢٪ مادة جافة ، ج = ٢٪ رش حقل قبل ٦ أيام من الاختبار ، د = ٢٪ حقل ، والرش قبل ١٢ يومًا من الاختبار .



شكل (٧-٢) : تساقط أوراق نبات Cassava بفعل حشرة *Z. variegates* ، في بلوطات غير معاملة أو مرشوشة بواسطة ٢٪ مستخلص النيم بنيجيريا . تمثل الأسهم تاريخ الرش . يتم هجوم الحشرات في أواخر يناير .

Logistics

• - ترجمة التجارب إلى التطبيق

إذا أظهر منتج طبيعي تأثيراً وفعالية في التجارب الحقلية الواسعة فهل يمكن القول بأن لهذا المركب إمكانية النجاح في التطبيق والاستخدام ؟ وهل يحتاج الإنسان إلى مساحات واسعة من النباتات المنتجة لهذا المركب ؟ وما هي إمكانية تخليق هذه المادة بسهولة ؟ . ترتبط معظم المشاكل بالتكلفة الاقتصادية التي نتج عنها في الوقت الحالي ، والتي قد تكون غير مكلفة في المستقبل عند إضافة عامل الأمان لها وذلك عند مقارنتها بالبدائل الأخرى لحماية النبات . وعموماً .. فإن التكلفة تدخل مجال الدراسة في حالة نجاح التجارب الحقلية المقننة . وتبرز الآن على السطح ضرورة إيجاد الطرق العملية لوضع استراتيجيات المكافحة في هذا الاتجاه ، وحل جميع المشاكل المحتملة ظهورها . ومن الصعب الإشارة إلى أن مستقبل هذه الوسيلة من المكافحة غير مشجع ، فالأمر يتطلب مزيداً من الوقت ، والجهد ، والدراسة المتأنية في مجال تربية النباتات المقاومة للآفات ، وزيادة مستوى موانع التغذية الموجودة داخل النبات فعلاً ، والتي تتميز بالجهزية مما يحمي النبات نفسه ذاتياً .

خامساً : التأثيرات المختلفة لمانعات التغذية

أظهرت مانعات التغذية تأثيرات مختلفة بجانب قدرتها على منع الحشرة من التغذية . ومن أهم هذه التأثيرات التي تم دراستها ما يلي :

Sterilization effect

١ - التأثير التعقيمي

تركزت معظم الدراسات الحديثة على الأثر التعقيمي لمركبات القصدير العضوية على كثير من الحشرات ، ومن أهم هذه الدراسات ما يلي :

(أ) وجد Eyr و آخرون عام ١٩٦٦ ، وكنا Sidney عام ١٩٦٨ ، أن لبعض مركبات القصدير العضوية القدرة على إحداث الأثر التعقيمي عند إضافتها بتركيزات منخفضة مع الذباب .

(ب) أشار أبو الغار وآخرون عام (١٩٧١) إلى أن لمركب الديوتير أثراً تعقيماً للودة ورق القطن عند معاملة المركب على الأوراق بجرعات تحت مميتة . كما انخفضت الكفاءة التناسلية ، وحيوية البيض بشكل ملحوظ عند معاملة الديوتير قعياً وقمياً للحشرات الكاملة للودة ورق القطن ، وكان التأثير على الذكور أكبر من الإناث .

(ج) أظهرت التجارب التي قام بها سالم وآخرون عام ١٩٧٦ ، أن معاملة الحشرة الكاملة للودة اللوز الشوكية بمركب الديوتير عن طريق الضم أدت إلى انخفاض كفاءة وحيوية البيض ، كما لوحظ أن الفعل التعقيمي لم يستمر خلال فترة حياة الأنثى (مؤقتاً) ، بدليل انخفاض مستوى التأثير على حيوية البيض بمرور الوقت بعد المعاملة . لذا .. يلزم تكرار مرات المعاملة للحصول على عقم دائم . كما أظهرت الدراسة نقص طول الأنايب الميضية في الإناث نتيجة المعاملة ، بينما لم يتأثر حجم الخصيات في الذكور . كما أدت المعاملة بمركب الديوتير إلى انخفاض معدل نضج البيض ، وارتفاع مستوى تحلل البويضات في الأنايب الميضية ، كما أظهرت نتائج التجارب التي أجراها عبد المجيد وآخرون عام (١٩٨٠) كفاءة مركب الديوتير في خفض الكفاءة التناسلية ، وخصوبة بيض ذبابة الفاكهة عند معاملة المركب مع غذاء اليرقة الصناعي .

Effect on oxygen consumption

٢ - التأثير على معدل استهلاك الأكسجين

من المعروف أن معدل استهلاك الأكسجين في الحشرات يأخذ شكل الدورات ، حيث يرتبط بمعدل نموها . قضى معظم الحشرات .. يزداد معدل استهلاك الأكسجين في بداية العمر ، ثم يأخذ في الانخفاض كلما اتجهت اليرقة إلى نهاية العمر . وفي نهاية الطور اليرقي عندما تبدأ عملية التحول ،

ينخفض معدل استهلاك الأكسجين بوضوح ، ويتبع في ذلك شكل حرف (u) . وهناك العديد من العوامل التي تحكم هذا المعدل ، منها : الحرارة ، حجم الجسم ، الطور الجنسي . ولاشك أن الأكسجين ضروري وحيوي لعمليات التمثيل الطبيعية ، إلا أن زيادته عن الحد اللازم قد تكون لها آثاراً جانبية سيئة تؤدي إلى الموت في النهاية . وقد أظهرت التجارب التي أجريت باستخدام الديوتير ضد العمر الرابع ، والخامس ، والسادس ، وطور ما قبل العنزة لدودة ورق القطن انخفاض معدل التنفس بالنسبة إلى اليرقات المغذاة طبيعياً .

Effect on protein contents

٣ - التأثير على المحتوى البروتيني

أظهرت التجارب التي أجريت على الحشرات الكاملة ، لدودة ورق القطن باستخدام مركب الديوتير ، انخفاضاً واضحاً في المحتوى البروتيني لكل من الإناث والذكور بلغ حوالي ٦٧٪ في الإناث ، ٥٥٪ في الذكور ، أي أن التأثير على الإناث كان أكثر وضوحاً من الذكور ، وقد انعكس ذلك على الأثر التقييمي لهذه المركبات لكلا الجنسين . كما أظهرت الدراسات التي أجراها عبد الحميد وآخرون عام (١٩٨٠) ، قدرة الديوتير على خفض محتوى يرقات وعذارى ذبابة الفاكهة من الأحماض الأمينية الحرة والمرتبطة .

Effect on carbohydrate metabolism

٤ - التأثير على تمثيل الكربوهيدرات

لاحظ بعض الباحثين أن معاملة القواقع المائية بمركب الديوتير ينبه عمليات تحلل الجلوكوز Glycolysis إلى حمض اللكتيك ، كما يقلل من محتوى الجليكوجين . بالإضافة إلى ذلك .. فإن مركب الديوتير يثبط عمليات الأكسدة الهوائية في دورة كريبس . وقد وجد أن هناك ارتباطاً إيجابياً بين درجة إنتاج حمض اللكتيك من الجلوكوز ، وسمية الديوتير على القواقع . كما أظهرت الدراسات التي أجراها عبد الحميد وآخرون عام (١٩٨٠) ، أن مانع التغذية ديوتير يعمل على خفض كمية السكريات المختزلة في يرقات وعذارى ذبابة الفاكهة .

Effect on energy production

٥ - التأثير على مصادر إنتاج الطاقة

أثبتت التجارب أن الفعل البيوكيميائي لموانع التغذية راجع إلى قدرة هذه المواد على وقف فسفرة ADP ، أو ما يطلق عليه اسم الفسفرة التأكسدية Oxidative phosphorylation ، حيث توقف تدخل الفوسفور غير العضوي في تكوين ATP .

خلاصة المبيدات الحشرية وموانع التغذية

Insecticide - antifeedant Combinations

قد يكون من المفيد خلط موانع التغذية مع المبيدات الحشرية أحياناً ، وذلك لتخفيف مستوى

مقاومة الحشرة لفعل هذه المبيدات . وقد أظهرت الدراسات أن خلط الديوتير مع التوفاكرون ، والسيولين ، واللاتيت ، والجارودونا ، والتمارون ، والفوسفيل ، والسترولين ، والدورسبان ، والاندرين ، والد. د. ت يزيد من سمية هذه المبيدات بمعدل ١,٥ - ٤ أضعاف قوة المبيد ضد يرقات العمر الرابع للودة ورق القطن (مصطفى - ١٩٧٤) . وقد يعزى ذلك إلى أن مانع التغذية ، الديوتير ، يعمل على منع الحشرة من التغذية ، أو جوعها فتكون أكثر حساسية لأي تأثير سمي ؛ أي أنه يمكن القول بأن للديوتير تأثيراً مقوياً للمبيدات المختبرة ، وقد ظهر هذا الفعل المقوى بشكل أكبر في السلالات المقاومة ، بالمقارنة بالسلالة الحساسة ؛ مما يعطى إمكانية كسر مقاومة الحشرات لفعل بعض المبيدات الكيميائية بالخلط مع مانعات التغذية . كما أظهرت الدراسات التي أجراها عبد المجيد وآخرون عام (١٩٨٥) ، أن إضافة الديوتير ، أو البرستان إلى مبيد الدورسبان تزيد من إبادته الفورية ، كما تطيل من أثره الباقي ضد دودة ورق القطن .

عناصر لمجاح مانعات التغذية في برامج مكافحة التكاملة

- ١ - ليس لها تأثير ضار على الأعداء الحيوية ، أو النحل ، وذلك لأن تأثيرها اختياري مما يرجح استخدامها في إطار برامج التحكم المتكامل للآفات .
- ٢ - انخفاض مستوى سميتها على الإنسان وحيوانات المزرعة ، بالمقارنة بالمبيدات الحشرية ؛ مما يزيد من إمكانية تطبيقها على نطاق واسع .
- ٣ - تتميز عن المبيدات الحشرية بأنها تمنع تغذية الآفة على السطح المعامل فوراً ؛ وبالتالي تقلل من مستوى الضرر الذي يلحق بالنبات المعامل ، بالمقارنة بالسموم الكيميائية .
- ٤ - إمكانية خلطها مع بعض المبيدات الحشرية ؛ حيث تزيد من الفعل السام للمبيد الكيميائي بالإضافة إلى فعلها التقيمي على المدى الطويل .
- ٥ - أظهرت تجارب قياس مستوى مقاومة الحشرات لفعل هذه المركبات أن الحشرات تبتدى مقاومة لفعلها على فترات أطول بالمقارنة بالمبيدات .

الصعوبات التي تواجه استخدامها في برامج مكافحة التكاملة

- ١ - تصلح فقط ضد الحشرات التي تتغذى بالقرض على السطح المعامل (الحشرات ذات القمم القارض) ، ونظراً لعدم قدرتها على النفاذ والسرطان في العصارى النباتية ، فهي لا تؤثر على الحشرات ذات القمم الثاقب الماص . ولعل التوصل إلى مانعات للتغذية ، لها صفات جهازية ، يعطى هذه المركبات إمكانية أكبر في التطبيق .

- ٢ - لا بد من توزيع هذه المواد توزيعاً متافلاً ، وجيئاً على السطح المعامل ، بحيث تكون التغطية كاملة تماماً حتى يمكن الحصول على مكافحة مجدية وفعالة ، وذلك لأن عدم التغطية الكاملة يتيح للحشرات فرصة التغذية على الأسطح غير المعاملة ويقلل ذلك من كفاءتها .
- ٣ - ضرورة إزالة الحشائش تماماً من الحقل المعامل ، فوجودها يتيح فرصة الانتقال إليها ، والتغذية عليها إذا كانت عوائل غذائية مناسبة .
- ٤ - لاتجذب القنوات الحديثة الحماية الكافية ، وقد تمثل هذه القنوات بؤراً لانتشار الحشرات إلى أماكن أخرى . ولعل التوصل إلى مانعات التغذية الجهازية يساعد كثيراً في حل هذه المشكلة .

ومن الضروري أن توجه الدراسات في المستقبل القريب لإلقاء الضوء على :

- ١ - العلاقة بين التركيب الكيميائي لمائع التغذية ، ومستوى نشاطه البيولوجي .
 - ٢ - طريقة فعل هذه المركبات مع إجراء مزيد من الدراسات الفسيولوجية الدقيقة لعمليات ، ومراكز الحس المتحركة في التغذية .
 - ٣ - عزل وتعريف واختبار بعض مانعات التغذية المشتقة من أصل نباتي .
 - ٤ - محاولة التوصل إلى مركبات مانعة للتغذية لها صفات جهازية .
 - ٥ - دراسة الأثر الجانبي لممانعات التغذية على نمو النبات والمحصول .
 - ٦ - دراسة مستوى مقاومة الحشرات لفعل هذه المركبات .
 - ٧ - أثر هذه المركبات على النشاط الإنزيمي ، والعمليات الحيوية داخل جسم الحشرة ، بالإضافة إلى تأثير مانعات التغذية على المحتوى البيوكيميائي للحشرة .
- من العرض السابق .. يمكن القول بأن مانعات التغذية تعتبر مركبات كيميائية تتميز بالتخصص على أنواع معينة من الحشرات ، وتصلح بشكل محدد لحماية الملابس من الآفات ، والحماية ضد القمل ، وحماية منتجات الحبوب المخزونة ، وتحتاج إلى مزيد من الجهد والدراسة حتى يتسع مجال تطبيقها ضمن عناصر برامج التحكم المتكامل للآفات . وللأسف الشديد أوقف استخدام هذه المركبات في برامج مكافحة الآفات في مصر لليبوب التي سبقت الإشارة إليها .

الفصل الثامن

المكافحة الذاتية

- أولاً : التعقيم بالإشعاع
- ثانياً : النظرية التعقيم الأولى (نشر الحشرات العقيمة في الطبيعة)
- ثالثاً : النظرية التعقيم الثانية (تعقيم الحشرات في بيئتها الأصلية)
- رابعاً : المعقمات الكيميائية
- خامساً : أسباب وأنواع العقم
- سادساً : الاعتبارات المؤثرة على نجاح التطبيق الحقلي

الفصل الثامن

المكافحة الذاتية

Autocidal control

ويقصد بها تلك الوسائل التي تتبع في القضاء على الحشرة ذاتياً ، أو بمعنى آخر قدرة الآفة على إهلاك نوعها . وتعتبر هذه الوسيلة من أحدث وسائل المكافحة ، ويتم ذلك بتعقيم الأفراد إما باستخدام الاشعاع Radiation induced sterilization ، أو باستخدام المواد الكيميائية المحدثة للعقم chemosterilants .

Radiation induced sterilization

أولاً : التعقيم بالإشعاع

تعتمد طريقة التعقيم بالإشعاع على استخدام جرعات ملائمة من أشعة جاما لإحداث العقم في الحشرات ، دون أن تؤثر على حياتها . وهي تعتبر من إحدى الوسائل الحديثة في مكافحة الحشرات بالرغم من اكتشافها في عام ١٩١٦ ؛ حيث أشار العالم Runner إلى موت بيض خنفساء السجائر عند تعريضها لأشعة رونتجن ، كما أشار Muller عام ١٩٢٧ إلى حدوث طفرات في ذبابة الدورو سوفيلا عند تعرضها لهذه الأشعة . وفي عام ١٩٦٠ اقترح العالم Knipling تربية الديدان الحلزونية Cohliomyia hominivorax على نطاق واسع بمعامل التربية ، وتعرض العناري (ذكوراً وإناثاً) لجرعات محدثة للعقم من أشعة جاما . وقد أجريت عمليات النشر والإطلاق Release فعلاً بمعدل ٥٠ مليون ذبابة عقيمة أسبوعياً ، وبلغ ما تم نشره خلال ١٨ شهراً أكثر من ٢ بليون ذبابة في مساحة ٧٠٠٠ ميل مربع بمنطقة فلوريدا ، وجورجيا ، وألاباما . وتمت إبادة هذه الذبابة من هذه المنطقة تماماً ؛ مما ساعد على إبادة هذه الحشرة هو أن الأنثى تتزاوج مرة واحدة Monogamous .

الفرق بين المكافحة بالمبيد والمعقم

يعتبر المبيد الحشرى فعالاً عندما يؤدي إلى إزدياد معدل الموت Death rate عن معدل التكاثر Birth rate ؛ مما يؤدي في النهاية إلى خفض تعداد الحشرة إلى حد أقل من المستوى الاقتصادي للضرر . أما مكافحة الحشرة بالتعقيم ، فإنها تعمل على خفض التكاثر ؛ مما يؤدي إلى انخفاض تعداد الحشرة رغم ثبات معدل الموت .

ومن الجدير بالذكر أن المبيدات الحشرية تعمل على قاعدة يطلق عليها (one - to one correspondence)؛ أى أن الجزء المعامل من العشيرة هو الذى يتأثر بالمبيد دون غيره من باقى أفراد العشيرة التى لم تعامل . بينما تعمل وسائل التعقيم على أساس قاعدة أخرى هي (One - to many correspondence) أى أن جزءاً بسيطاً من المجموع هو الذى يعامل ، ولكن ينتشر مفعول المعقم إلى باقى المجموع فى وقت قصير . ومن الجدير بالذكر أن الحشرات ذات التوالد البكرى لا يختلف فيها تأثير المعقم عن تأثير المبيد الحشرى . ولطريقة التعقيم (سواء بالإشعاع أو الكيماويات) عدة مميزات من حيث تأثيرها على قدرة الحشرة على التكاثر ، أهمها :

- ١ - انخفاض الكفاءة التناسلية لمجموعة الحشرات الموجودة فى البيئة لتتسلى مع طريقة استعمال المبيد الكيماوى .
- ٢ - انخفاض الكفاءة التناسلية بدرجة أكبر ، وذلك عند منافسة الحشرات العقيمة فى التزاوج مع أفراد عادية . ويطلق على هذا اسم التأثير Bonus effect .
- ٣ - قدرة الأفراد العقيمة على الحركة والنشاط تعطىها قدرة أكبر للتأثير على الأفراد خارج المساحة المعاملة . ويطلق على هذا اسم التأثير المكانى Space effect .
- ٤ - طول فترة حياة الحشرات المعاملة يعطىها قدرة أكبر للتأثير على أجيال متتالية . ويطلق على هذا اسم التأثير الزمنى Time effect .

The sterilization theory

الأساس النظرى للتعقيم

وضع Knippling الأسس النظرية لتعقيم الذكور Sterile - male theory عام ١٩٥٥ ، وشرح فيها نظرية القضاء على الحشرات بإطلاق ذكورها العقيمة بالتفصيل . وقد اعتمد فى دراسته على اتجاهين لإجراء التعقيم فى الحشرات ، وهما :

- ١ - نشر ذكور معقمة فى البيئة التى تتواجد بها الحشرة ، وفى هذه الحالة تجب تربية أعداد كبيرة من الحشرات فى المعمل وتعقيمها سواء بالإشعاع أو الكيماويات ، ثم نشرها فى الطبيعة . Release .
- ٢ - تعقيم الحشرة فى بيتها الأصلية دون الحاجة إلى تربيتها فى المعمل .

ثانياً : النظرية التعقيمية الأولى (نشر الحشرات العقيمة فى الطبيعة)

تعتمد هذه الطريقة على سلسلة من عمليات التربية ، ثم التعقيم ، ثم النشر فى الطبيعة . وتختلط الحشرات العقيمة مع الحشرات الطبيعية ، وتتنافس تزواجياً . وتعتبر هذه الطريقة أبسط أشكال

العتقم ، وهى تعتمد على إدخال حشرات عقيمة ذات قدرة تنافسية كاملة مع الحشرات الطبيعية ؛ مما يؤدى إلى انخفاض القدرة التناسلية لأعداد الحشرات الموجودة فى الطبيعة . يتوقف ذلك على نسبة إطلاق الحشرات العقيمة إلى مثيلاتها فى الطبيعة .

(أ) إذا كُتت النسبة ١ : ١ ، وللحشرات العقيمة قدرة تنافسية كاملة ، انخفضت القدرة التناسلية للحشرات الموجودة فى الطبيعة بنسبة ٥٠ ٪ .

(ب) إذا كانت النسبة ١ : ٩ ، انخفضت القدرة التناسلية للحشرات فى الطبيعة بنسبة ٩٠ ٪ .

١ - تأثير إطلاق الذكور العقيمة فى الطبيعة على الكثافة العددية للحشرة ، ومع فرض ثبات أعدادها

يفترض فى هذه النظرية أن أعداد الحشرات الموجودة فى الطبيعة بمنطقة منزلة ، وتحتوى على عدد ثابت هو ٢ مليون حشرة بنسبة جنسية (♂:♀) . وتعتبر هذه النسبة متوازنة مع الظروف البيئية ، والكفاءة الحيوية للحشرة . أى أن أعداد الحشرات الطبيعية مليون ذكر ، ومليون أنثى ، وسيم إطلاق ٢ مليون ذكر عقيم فى كل جيل بهذه المنطقة لينافس بشكل كامل على التزاوج . وبالمنافسة المتساوية .. نجد أن $\frac{2}{3}$ الإناث الطبيعية تتزاوج مع ذكور عقيمة ، بينما ستتاح الفرصة لأمل $\frac{1}{3}$ الإناث الطبيعية للتزاوج مع ذكور طبيعية ؛ أى أن المتبقى فى الجيل الثانى سيكون حوالى $\frac{1}{3}$ مليون حشرة طبيعية . وإذا ظلت أعداد الذكور العقيمة المطلقة ثابتة (٢ مليون ذكر عقيم) تكون نسبة الذكور العقيمة إلى الإناث الخصبة فى الجيل الثانى هى ٦ : ١ - وعليه .. يتمكن $\frac{1}{3}$ الإناث الخصبة فقط من إنتاج النسل ؛ مما يؤدى إلى أن تصبح الأعداد فى الجيل الثالث حوالى ٤٧٦١٩ أنثى خصبة ، والتى تبلغ نسبتها إلى الذكور العقيمة حوالى ٤٢ : ١ ؛ أى تصل نسبة العقم إلى ٩٧,٧ ٪ . ويبلغ عدد الإناث الخصبة فى الجيل الرابع حوالى ١١٠٧ ، كما تصل نسبة الذكور العقيمة إلى الإناث الخصبة ١٨٠٧ : ١ . وهنا لا تنتج أية أنثى خصبة ، وذلك لأن قانون إتاحة القرصة Law of chance أقل من واحد فى الحشرات الطبيعية (جدول ٨ - ١) .

وتفترض النظرية السابقة ثبات أعداد الحشرات فى الطبيعة ، وهذا لا يحدث إلا نظرياً ؛ إذ أن ما يحدث فى الطبيعة يختلف عن ذلك بكثير ، وذلك لتداخل مجموعة من العوامل المعقدة فى الطبيعة . وعليه .. فقد تختلف أعداد الحشرات بالزيادة أو النقصان . والقول الأقرب إلى الحقيقة ، هو أنه عند

جدول (٨-١) : الانخفاض النظري في تعداد الحشرات الطبيعية عند إطلاق أعداد ثابتة من الذكور العقيمة في كل جيل .

الجيل	عدد الإناث الطبيعية في كل جيل	عدد الذكور العقيمة التي يتم نشرها	نسبة الذكور العقيمة إلى الحصة التي تتنافس مع كل أنثى	نسبة الإناث الطبيعية التي تتزاوج مع ذكور العقيمة (%)	العدد النظري للإناث الناتجة في كل جيل
الأول	١,٠٠٠,٠٠٠	٢,٠٠٠,٠٠٠	١ : ٢	٦٦,٧	٣٣٣,٣٣٣
الثاني	٣٣٣,٣٣٣	٢,٠٠٠,٠٠٠	١ : ٦	٨٥,٧	٤٧٦,١٩
الثالث	٤٧٦,١٩	٢,٠٠٠,٠٠٠	١ : ٤٧	٩٧,٧	١١٠,٧
الرابع	١١٠,٧	٢,٠٠٠,٠٠٠	١ : ١٨٠,٧	٩٩,٩٥	أقل من فرد

توفر الظروف الملائمة ، تميل أعداد الحشرات إلى الزيادة . ولكن تدخل بعض العوامل بعد من هذه الزيادة . وقد أشار Knippling عام ١٩٦٤ إلى أنه يتوقع زيادة معظم الآفات بنسبة خمسة أضعاف في كل جيل ، وذلك عند غياب طرق المكافحة المختلفة سواء الزراعية أو الكيميائية .

٢ - عند إدخال الزيادة في كل جيل بمعدل خمسة أضعاف

وفقاً للافتراض السابق سنجد أن إطلاق الذكور العقيمة بنسبة ٢ : ١ لن يعطي النتيجة المرجوة في عملية المكافحة . وقد أعد Knippling نموذجاً يبين إتجاه أعداد الحشرات في الطبيعة عند زيادتها المستمرة ، ويمثل هذا النموذج في نسبة ٩ : ١ ، وذلك مع افتراض زيادة أعداد الحشرات في الطبيعة بعد كل جيل بمعدل ٥ أضعاف جدول (٨ - ٢) .

جدول (٨-٢) : إتجاه أعداد الحشرات في الطبيعة ، مع نشر حشرات عقيمة ، وذلك عند إطلاق الحشرات العقيمة في الجيل الأول بنسبة ٩ : ١ بالمقارنة بالطبيعة .

الجيل	عدد الحشرات الحصة	عدد الحشرات العقيمة	نسبة الحشرات العقيمة إلى الحصة	عدد الحشرات الناتجة
الآباء	١,٠٠٠,٠٠٠	٩,٠٠٠,٠٠٠	١ : ٩	١,٠٠٠,٠٠٠
الأول	٥٠٠,٠٠٠	٩,٠٠٠,٠٠٠	١ : ١٨	٢٦,٣١٦
الثاني	١٣١,٥٨٠	٩,٠٠٠,٠٠٠	١ : ٦٨	١٩٠,٧
الثالث	٥٩٣٥	٩,٠٠٠,٠٠٠	١ : ٩٤٤	١٠
الرابع	٥٠	٩,٠٠٠,٠٠٠	١ : ١٨٠٠٠	صفر

من الجدول السابق يتضح أن إطلاق ٤٥ مليون ذكر عقيم خلال ٥ أجيال يكفي للقضاء على الحشرات بعد خمسة أجيال على النحو التالى :-

١ - يحدث نقص بنسبة ٥٠% فى الجيل الأول عن جيل الآباء . .

٢ - ترتفع نسبة النقص بين الجيل الأول والثانى لتصل إلى ٧٤% .

مع ملاحظة أن هذه الزيادة فى النقص تزداد بارتفاع نسبة الذكور العقيمة إلى الحشرات الموجودة فى الطبيعة .

٣ - نشر الحشرات العقيمة بعد استعمال المبيد الكيماوى

ترتفع الكثافة العددية لبعض الحشرات فى البيئة ، وتكون مكافحتها بطريقة التعقيم غير فعالة للحد من تعدادها . وعلى ذلك .. يلزم أن تكون الكثافة العددية فى البيئة غير مرتفعة لنجاح عملية التعقيم . كما أنه يلزم أن يتم ذلك فى منطقة منعزلة تقريباً ، وذلك لأنه إذا كانت المنطقة مفتوحة ، فسرعان ما تنتقل الحشرات الطبيعية من البيئات المجاورة ، فتتخفض نسبة الأفراد العقيمة إلى الطبيعية ، وتقل كفاءة المعقم فى خفض تعداد الآفة . ويمكن القول بإمكانية استغلال الفترات التى تكون فيها الحشرات بكثافة عددية قليلة ، نتيجة لعدم ملائمة الظروف البيئية لتكاثرها وتواجدها ، ففى تطبيق التعقيم وذلك لأنه بدون تلك الإمكانية ، فلن تمثل تربية الذكور وتعقيمها ، ثم إطلاقها إلا نسبة ضئيلة بالمقارنة بالمجموع الكلى للآفة فى الطبيعة ، وتتخفض الفاعلية بالتالى إلى حد كبير . وعليه ... يلزم استخدام إحدى طرق المكافحة لخفض تعداد الآفة أولاً ، ثم تتم عملية إطلاق الحشرات العقيمة بعد ذلك . وقد تلعب المبيدات الحشرية دوراً هاماً فى القضاء على عدد كبير من الآفة عندما ترتفع كثافتها العددية فى البيئة ، ثم يقل التأثير تدريجياً كلما انخفض التعداد الآفى فى البيئة .

ويؤدى استعمال المبيدات الحشرية (التى ترتفع كفاءتها عندما تكون الكثافة العددية للآفة عالية) ، مع طريقة التعقيم (التى تكون فعالة عندما تنخفض الكثافة العددية للآفة) فى النهاية إلى الوصول إلى ما يشبه المكافحة المتكاملة . ويوضح الجدول (٨ - ٣) ذلك .

وفى هذه النظرية يتم القضاء على الحشرات باستخدام ثلاث معاملات متتالية من المبيدات الحشرية ، يعقبها إطلاق ٥٠ مليون حشرة عقيمة فى أربعة أجيال ، بالمقارنة بإطلاق ٤٥ مليون حشرة عقيمة

ومن الناحية العملية .. لا يكون من الضرورى إطلاق العدد الكبير من الذكور العقيمة كما فى النموذج الثانى (جدول ٨ - ٣) . فإذا انخفض تعداد الحشرات العقيمة التى يتم إطلاقها من ٩

جدول (٨-٣) : الاتجاه المسمى لعدد الآفة عند تكرار استخدام المبيد الحشري منفرداً ، مقارناً ببرنامج مكافحة متكامل يستخدم المبيد الحشري لمدة ثلاثة أجيال ، ويظهر إطلاق الحشرات العقيمة

أعداد الحشرات في وحدة المساحة			الجيل
معدل الزيادة الطبيعية (٥ أضعاف)	المكافحة بالمبيد (كفاءة المبيد ٩٠ ٪)	المعاملة بالمبيد يليها إطلاق الحشرات العقيمة	
١,٠٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠	الأباء
٥,٠٠٠,٠٠٠	٥,٠٠٠,٠٠٠	٥,٠٠٠,٠٠٠	الأول
٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٢٥,٠٠٠,٠٠٠	الثاني
١٢٥,٠٠٠,٠٠٠	١٢٥,٠٠٠	١,١٢٥,٠٠٠:١٢٥,٠٠٠ (فرد عقيم)	الثالث
١٢٥,٠٠٠,٠٠٠	١٢,٥٠٠	١,١٢٥,٠٠٠:١٢,٥٠٠ (فرد عقيم)	الرابع
١٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٣١,٢٥٠	١,١٢٥,٠٠٠:٣١,٢٥٠ (فرد عقيم)	الخامس
١٢٥,٠٠٠,٠٠٠	١٥,٦٢٥	١,١٢٥,٠٠٠:١٥,٦٢٥ (فرد عقيم)	السادس
١٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٧,٨١٢	صفر	السابع

ملايين إلى مليون فرد في بداية الجيل الثالث ، أمكن القضاء التام على الحشرة في الجيل الخامس باستخدام ٣ ملايين حشرة عقيمة في ثلاثة أجيال (مليون حشرة في كل جيل) بدلاً من استخدام ١٨ مليون ذكراً عقيماً في جيلين . وقد استخدم هذا البرنامج في القضاء على الدبابان الحلزونية .

ثالثاً : النظرية التعقيم الثانية (تعقيم الحشرات في بيئتها الأصلية)

تختلف الطرق والقواعد اللازمة لتعقيم الآفة في بيئتها الأصلية عنها عند تعقيمها بتربيتها في المعمل ، ثم نشرها في الطبيعة بنسبة معينة بالرغم من أن كليهما .. تؤدي إلى مكافحة الآفة بالتعقيم . فمثلاً .. لو فرض إجراء التعقيم لـ ٥٠ ٪ من الجنسين في مجموعة من الحشرات ، وتنافست هذه الأفراد العقيمة مع الأفراد الطبيعية ، فسوف تنخفض قدرة الحشرات التناسلية بمعدل ٥٠ ٪ . وإذا أجرى التعقيم لـ ٩٠ ٪ من الجنسين ، تنخفض القدرة التناسلية بمعدل ٩٠ ٪ . فإذا فرض وجود مجموعة حشرية ، تبلغ كثافتها العددية ٢٠ ألف ، واستخدم مبيد كيميائي يؤدي إلى قتل ٩٠ ٪ من التعداد ، ومعمم يؤدي إلى إحداث العمق بنسبة ٩٠ ٪ ، ففى حالة استخدام المبيد الكيميائي سوف يتبقى بعد المعاملة
$$\frac{10 \times 2000}{100} = 200$$
 فرد لهم القدرة على التزاوج والتكاثر ، ونشر

الضرر على المحاصيل الاقتصادية . أما في حالة استخدام المسمم الكيميائي ، فسوف تبقى بعد المعاملة ٢٠٠٠ حشرة طبيعية ، إلا أن هذه الأفراد سوف تتزاوج في تنافس كامل مع الأفراد العقيمة بنسبة

٩٠٪ ، أى أن الأفراد الطبيعية التى من المحتمل أن تعطى أفرادًا خصبة سوف تصل إلى $\frac{100 \times 2000}{100} = 200$ فرد . ومن هنا يمكن القول بأن استخدام المعقم قد تفوق على استخدام

المبيد الحشرى بمعدل عشرة أضعاف . وبالمثل .. إذا كانت نسبة التعقيم ٩٩٪ ، وكذلك نسبة الإبادة للمبيد ، ففى هذه الحالة سيصبح تأثير المعقم معة ضعف تأثير المبيد . وإذا افترضنا أن أعداد الحشرات تزداد بمعدل ٥ أضعاف ، وأن المبيد أو المعقم تصل فاعليته إلى ٩٠٪ ، فإن جدول (٤-٨) يمثل اتجاه تعداد الحشرات باختلاف طريقة المكافحة .

جدول (٤-٨) : اتجاه تعداد الحشرات مع طرق المكافحة المختلطة .

أعداد الحشرات لى وحدة المساحة				الجيل
بدون مكافحة (معدل الزيادة ٥ أضعاف) الذى يقلل ٩٠٪ من العدد	المكافحة باستخدام المبيد الذى يقلل ٩٠٪ من العدد	المكافحة بالمعقم الذى يحدث ٩٠٪ عدم	المكافحة بإطلاق الحشرات العقيمة بنسبة ٩ : ١	
١,٠٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠	١,٠٠٠,٠٠٠	الآباء
٥,٠٠٠,٠٠٠	٥٠٠,٠٠٠	٥٠٠,٠٠٠	٥٠٠,٠٠٠	الأول
٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٢٥٠,٠٠٠	٢٥٠,٠٠٠	١٣١,٥٨٠	الثاني
١٢٥,٠٠٠,٠٠٠	١٢٥,٠٠٠	١٢٥	٩,٥٣٥	الثالث
١٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٦٢,٥٠٠	٦	٥٠	الرابع
١٢٥,٠٠٠,٠٠٠	٣١,٢٥٠	صفر	صفر	الخامس

مقارنة بين الطرق الثلاثة من حيث كفاءتها فى خفض التعداد الحشرى فى الطبيعة

١ - يعطى تعقيم ٩٠٪ من الحشرات فى الطبيعة فى كل جيل تناقصًا هائلًا فى تعداد الحشرات ، بالمقارنة باستخدام المبيدات الحشرية ، وذلك مع أن لكلا الطريقتين صفة واحدة متميزة ، وذلك فيما يختص بنبات التأثير فى كل جيل ، بصرف النظر عن الكثافة العددية . ويمكن الفرق بينهما فى أن طريقة القتل فى المبيدات تظل ثابتة عند ٩٠٪ ، بينما تظل طريقة التعقيم فى الطبيعة ثابتة عند مستوى ٩٩٪ ؛ وذلك للتأثير المكافئ ، والذى يمكن الوصول إليه بالحشرات العقيمة . وبالعكس ذلك .. نتج أن طريقة الإطلاق (عمود ٤) تكون باستمرار أكثر تأثيرًا على أعداد الحشرات فى الطبيعة .

٢ - يلاحظ أن الإطلاق الكافى عند مقارنة نسبة التأثير فى طريقة الإطلاق (عمود ٤) يقلل التعداد إلى ٩٠٪ فى البداية ، وهى نسبة أقل من تعقيم ٩٠٪ من أعداد الحشرات مباشرة فى الطبيعة (عمود ٣) . ويرجع ذلك إلى أن تعقيم الحشرات مباشرة فى الطبيعة يحدث تأثيرًا

مضاعفاً ، وذلك مع أن إطلاق الحشرات العقيمة يعطى تأثيراً أكثر باستمرار . وبعد عدة أجيال يصبح التأثير في كلا الطريقتين متساوياً .

٣ - تؤثر طريقتا التعقيم على تعداد الحشرات بطرق مختلفة ، وهناك نجد فيها أن استخدام الطريقتين بالتكامل معاً يستحق مزاياه من الاهتمام . وعليه .. فإن هناك افتراضاً كاملاً باستخدام المبيدات مع إطلاق الذكور العقيمة . وكمثال (بملاحظة العمود الثالث) ، نجد أن تعقيم الحشرات في بيئتها الأصلية يعتبر اقتصادياً أكثر تكلفة من إطلاق الحشرات العقيمة . وذلك حينما تكون أعداد الحشرات في الطبيعة قليلة إلى الحد النظري وهو ٥٠,٠٠٠ حشرة . ولابد من إجراء المعاملة الكيميائية لمدة ٥ - ٦ أجيال للوصول إلى نفس الحد باستخدام المبيدات .

رابعاً : المعقمات الكيميائية Chemosterilants

بعد ظهور التعقيم بالإشعاع كوسيلة جديدة بالاهتمام في مكافحة الآفات ، تطور الاتجاه نحو الحصول على مواد كيميائية لها نفس تأثير الإشعاع ، وذلك في أوائل الستينات . وقد شجع على الاستمرار في هذا المجال ، نحو الوصول إلى المعقمات الكيميائية ، تميزها عن الإشعاع بما يلي :

١ - تعتبر المعقمات الكيميائية أقل تكلفة من التعقيم بالإشعاع ، والذي يحتاج إلى أجهزة معقدة ، باهظة التكاليف .

٢ - سهول الاستعمال بالإضافة إلى عدم تأثيرها على المنافسة التزاوجية غالباً ، بينما يؤدي الإشعاع في معظم الأحيان إلى خفض المنافسة التزاوجية للحشرات المعاملة ؛ بالإضافة إلى تأثيره الضار على الخلايا الجسيمة ؛ مما قد يؤدي إلى قتل الحشرة ، أو خفض فترة حياتها .

٣ - يمكن في حالة المعقمات الكيميائية إجراء عملية التعقيم في البيئة الأصلية ، بينما يحتاج التعقيم بالإشعاع إلى تربية أعداد كبيرة من الحشرات ، وإطلاقها بعد تعرضها للإشعاع وهي مكلفة اقتصادياً ، وذلك بالإضافة إلى أن الحشرات التي تم إطلاقها قد تحدث مضايقات للإنسان .

تعريف المعقمات الكيميائية

تعرف المعقمات الكيميائية بأنها عبارة عن مواد كيميائية تعمل على خفض ، أو إيقاف القدرة التناسلية للكائن الحي . وقد تعمل هذه المركبات كمعقمات للذكور فقط Male chemosterilants ، أو للإناث فقط Female chemosterilants أو لكليهما معاً Male and female chemosterilants . وقد يكون تأثير المعقمات الكيميائية دائماً Permanent ، أو مؤقتاً Temporary . وقد يظهر تأثيرها مباشرة أو بعد المعاملة بفترة من الوقت . وتشابه أنواع العقم الناتجة من التعرض للإشعاع إلى حد كبير مع تلك الناتجة من التعرض للمعقمات الكيميائية . لذا ... سوف يتم تناولها بالتفصيل في نهاية هذه الدراسة .

تقسيم المعطيات الكيميائية وفقاً للتركيب الكيميائي

Alkylating agents	١ - المركبات الألكيلية
Organotins	٢ - مركبات القصدير العضوية
Antimetabolites	٣ - مضادات التمثيل
Antibiotics	٤ - المضادات الحيوية
Alkaloids	٥ - القلويدات
Miscellaneous	٦ - المتوعات

أهم المعطيات الكيميائية

Alkylating agents

(أ) المركبات الألكيلية

تعرف عملية الألكلة Alkylation بأنها عملية إحلال ذرة الألدروجين في الجزيء بمجموعة ألكيل . وتختلف المركبات القادرة على إحداث هذا التفاعل اختلافاً واسعاً في تركيبها ، كما تتميز قدرتها على التفاعل مع مراكز غنية بالإلكترونات هي الصفة الكيميائية الوحيدة التي تشابه فيها هذه المجموعة من المركبات . وتعتبر المركبات الألكيلية مركبات محبة للإلكترونات ؛ حيث تستقبل زوج الإلكترونات من الكربون أثناء التفاعل . وتعتبر عملية الألكلة كذلك عملية استبدال مجموعة ألكيل بذرة ألدروجين موجودة على مركب محب للنواة ؛ ولذا تطلق على هذه العملية « الاستبدال المحب للنواة » .

ويعتقد أن التعقيم الناتج من المعاملة بهذه المركبات يرجع إلى ألكلة بعض الأهداف المحبة للنواة ، فتمنع بالتالي استخدامها في عملية تكاثر الخلية . وقد أظهرت بعض الدراسات حدوث عملية ألكلة للمكونات الخلوية ، وأهمها DNA ، RNA ، البروتين . ومن الجدير بالذكر أن عملية التعقيم بالمركبات الألكيلية عملية غير عكسية .

وتنقسم المركبات الألكيلية إلى ثلاثة أقسام ، هي : الأنهريدينات Aziridines ، مثل : الأوفولات ، والتيا ، والميتيا ، والميثوتيا ، والثيوتيا ، والمورزد ، والترتامين . والقسم الثاني هو سلفونات الميثان Methane sulfonates ، مثل : إيثانول - ٢ - فلورو - ميثان سلفونات ، إيثانول - ٢ - كلورو - ميثان - سلفونات . والقسم الثالث هو الخردل النيتروجيني Nitrogen mustard ، مثل الكلوراميسول .

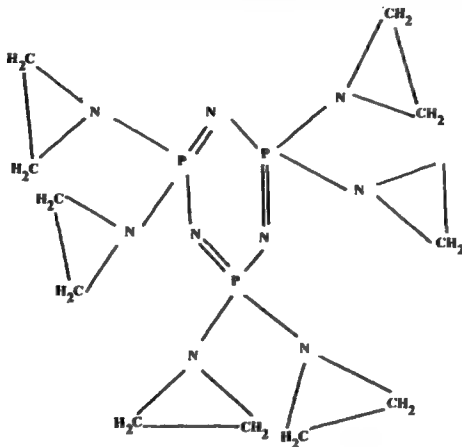
وفيما يلي أهم المركبات الألكيلية التابعة لقسم الأنهريدينات ، والتي لاقت نجاحاً في التجارب المعملية والحقليّة : -

Apholate (APN)

١ - الأوفولات

وزنه الجزيئي ٣٨٧ ، رمزه الكيميائي ك ١٢ يد ٢٤٤ ٩٥ فو ٣ ، مادة صلبة بلورية بيضاء اللون ،

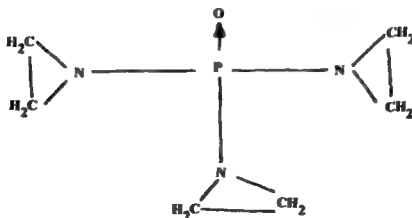
عديمة الرائحة ، تنصهر على درجة ١٥٥°م . تذوب في الماء بنسبة ٢٠٪ ، وفي الكحول بنسبة ٧٠٪ . ويمكن حفظ معلوها على درجة صفرهم لمدة شهرين دون انخفاض أثرها التعقيمي . وقد أظهرت الدراسات قدرة هذا المركب على تثبيط تخليق DNA ، وإنزيم Lactic dehydrogenase LDH في بيض الذباب المنزلي . كما يقلل هذا المركب نشاط إنزيم Alkaline phosphatase في الغدد التناسلية لبعض حرشفة الأجنحة ، كما أنه يسبب مخول الحيوانات المتوية لبعض الأيديدس .



Tepa (Aphoxide)

٢ - البيا

وزنه الجزيئي ١٧٣,٦١ ، رمزه الكيميائي ك٦ يد١٢ ن٣ أ فو ، مادة صلبة بلورية عديمة اللون والرائحة ، تنصهر على درجة ٥٤١°م ، غليانها ٩٠ - ٩١°م ، تذوب في الماء ، كما تذوب تمامًا في

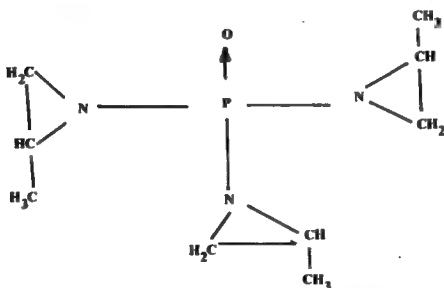


الكحول ، والإثير والأسيتون ، ثابتة إلى حد كبير على درجة حرارة الغرفة لمدة ٦ شهور . أظهر هذا المركب قدرة على تثبيط تخليق الحمض النووي ، كما سبب تلفاً لكروماتيد حضية سوس اللوز .

Metepa (Methaphoxide)

٣ - الميتيا

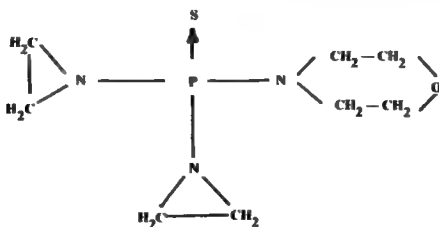
وزنه الجزيئي ٢١٥,٢٣ ، رمزه الكيميائي ك٩ يد ١٨ ن ٣ أ فو ، سائل قرنفلي اللون ، درجة غليانه ١١٨ - ١٢٥°م ، ينوب تماما في الماء وكذا المذيبات العضوية المعروفة . يتم تحليل هذا المركب كغيره من الأزيدينات في الظروف الحامضية .



Morzyd

٤ - المورزد

وزنه الجزيئي ٢٤٥,١١ ، رمزه الكيميائي ك٨ يد ١٦ ن ٣ أ فو ك ب ، مادة بلورية بيضاء لها رائحة الثوم ، درجة انصهاره ٧٥ - ٧٧°م ، ضعيف الذوبان في الماء - وينوب بسهولة في البنزين ، والتولوين ، والإثير البترولي ، يتحلل في الوسط الحامضي ، ثابت في الوسط المتعادل . يوقف عمليات تخليق الأحماض النووية .



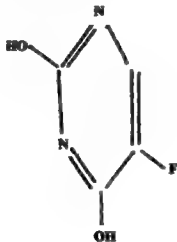
Antimetabolites

(ب) مضادات التمثيل

Uracil - 5 - Fluoro

١ - (٥ - فلورو يوراسيل)

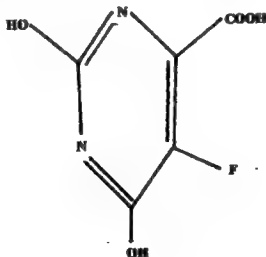
الوزن الجزيهي ١٣٠ ، رمزه الكيميائي ك٤ يد٣ فل ن٢ أ٢ ، مسحوق بلوري أبيض ، عديم اللون ، يتصهر على درجة ٢٨١ إلى ٢٨٣°م ، لا يذوب في الكلوروفورم والبنزين ، ويذوب في الماء بنسبة ١,٢٥٪ وفي كحول الإيثانول بنسبة ٥٩٪ . وتزداد درجة ذوبانه بزيادة مستوى pH ، ثابت على درجة الحرارة المنخفضة لعدة شهور . يوقف تخليق الحمض النووي DNA .



Orotic acid - 5- Fluoro

٢ - (٥ - فلورو أورثك أسيد)

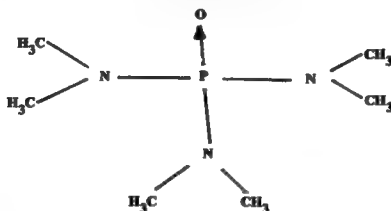
الوزن الجزيهي ١٧٤ ، رمزه الكيميائي ك٥ يد٣ فل ن٢ أ٤ ، بلورات صلبة بيضاء ، عديمة اللون ، تتصهر على درجة ٢٥٥°م ، تذوب بصعوبة في الماء ، ثابت بما يمكن من تخزين محاليله على درجة حرارة منخفضة لفترة طويلة . يدخل في منع تكوين الحمض النووي RNA .



Hempa

١ - الهيمبا

وزنه الجزيئي ١٧٩,٠٢ ، رمزه الكيميائي ك٦ يد ١٨ ن٣ أ فو ، سائل أبيض له رائحة الأمين ، يذبل على ٧٠°م ، ينوب في الماء ، وجميع المذيبات القطبية وغير القطبية ، ثابت تحت ظروف التخزين العادية . لا يتم تمثيله بفعل الإنزيمات الميكروسومية .



الاختبارات ، والتطبيق العمل للمعقمات الكيميائية

Testing and practical application of chemosterilants

تواجه عملية تطبيق واستخدام المعقمات الكيميائية مصاعب كثيرة ومتنوعة . ويرجع ذلك إلى قلة عدد المركبات ذات القدرة التعقيم العالية ، واختلاف طرق المعاملة ، بالإضافة إلى اتساع أنواع الحشرة . وغالبا ما تكون الهوة واسعة بين الاختبار المعمل ، والتطبيق الحقل . ولكن بمزيد من الدراسات ، والاختبارات ، والتطبيقات العملية تبدو هذه الثغرة ضيقة إلى حد كبير . وهناك العديد من الاختبارات المعملية اللازمة إجرائها ، حتى يمكن الحصول على معقم كيميائي ناجح يمكن تطبيقه . ومن أهم هذه الدراسات والاختبارات ما يلي :

- ١ - التقييم المبدئي ، أو الأولى .
- ٢ - طريقة المعاملة .
- ٣ - الاختبارات الخاصة Special tests ، وتشمل :
 - (أ) الجرعة المؤثرة .
 - (ب) حساسية الجنس للمعقم .
 - (ج) بقاء القمل التعقيمي .
 - (د) التخصص .
 - (هـ) المنافسة التراجعية .
 - (و) المقاومة .

بدأت مراكز البحث العلمي في الولايات المتحدة الأمريكية ، في الفترة بين ١٩٥٩ - ١٩٦١ ، بعمل برنامج لإجراء تقييم سريع لعدد كبير من المركبات الكيميائية لدراسة أثرها التعقيمي على ثلاثة أنواع من الذباب ، هي : الذباب المنزلي House Fly ، ذبابة الفار المكسيكية Mexican Fruit Fly ، الدودة البريمية (الحلزونية) Screw worm fly . ويطلق على هذا البرنامج اسم التقييم الأولي . وقد اختبرت الأنواع السابقة من الذباب لتوفر طرق التربية النموذجية ، وقصر فترة حياتها إذا ما ريت على غذاء صناعي ، بالإضافة إلى سهولة تقدير نسبة الفقس والتعذر ، وكذا الكفاءة التناسلية لها . وتمت معاملة الحشرات الكاملة بإضافة المعقم الكيميائي للغذاء ، وتقدير عدد البيض ، ونسبة الفقس ، ونسبة التعذر في الحشرات المعاملة وغير المعاملة (المقارنة) . وينحصر الغرض الأساسي للتقييم الأولي في اختبار أكبر عدد من المركبات على عدد محدود من الحشرات بغرض معرفة أثرها التعقيمي . وكذا وضع أساس من المعرفة للعلاقة بين تركيب المعقم الكيميائي ، ودرجة نشاطه التعقيمي ؛ وذلك للحصول على مركبات أو مشتقات جديدة من المعقمات الكيميائية .

وعموماً .. لا يعطى التقييم الأولي معلومات كاملة عن المعقم الكيميائي ، وذلك لأن نشاط المركبات الكيميائية التعقيمي يعتمد على عوامل أخرى كثيرة ، منها : طريقة المعاملة ، الطور المعامل ، وأنواع الحشرات المعاملة . وقد تم في السنوات الأخيرة تقييم أولى لحوالى ٦٠٠٠ مركب كيميائي بالولايات المتحدة الأمريكية منها ٢٠٠٠ مركب اختبرت على أنواع الذبابات التي سبقت الإشارة إليها . وقد أمكن من هذا التقييم الأولي التوصل إلى معظم المركبات الكيميائية ذات الفعل التعقيمي مثل مجموعة الأزيريدينات Aziridine group .

Mode of administration

٢ - طريقة المعاملة

من المعروف أن لكل نوع من الحشرات معقماً كيميائياً مناسباً ، وتتحكم طريقة المعاملة في ذلك ، والتي يمكن استخدامها عن طريق الفم Orally . وهذه إما أن تكون في الغذاء Feeding ، أو مع الشرب Drinking . وقد تكون المعاملة قميماً Topically ، أو عن طريق الحقن Injection . وهناك طرق أخرى ، مثل : الغمر Dipping ، والرش Spraying ، والتعرض للأسطح المعاملة Exposure to treated surfaces . وتعتبر الطرق الثلاثة الأخيرة خليطاً من الطريقتين الأولىين .

ومما لاشك فيه أن المعقمات الكيميائية كغيرها من المركبات الحيوية لاتتسلوى في تأثيرها عند معاملة بطرق مختلفة ؛ لذا فإنه من الصعب التنبؤ بكفاءة المركب قبل تحديد طريقة المعاملة الناجحة ، كما أنه من الصعب تعميم طريقة المعاملة بنفس المركب الكيميائي على أنواع مختلفة من الحشرات . وتعتبر درجة ذوبان المعقم الكيميائي Solubility من أهم العوامل المؤثرة في درجة النشاط التعقيمي . وليس من قبيل المصادفة أن تكون معظم المعقمات الكيميائية الناجحة ، مثل : Tepa ،

Metepa ، Apholate ، Hempa ذات درجة ذوبان عالية في معظم المذيبات بالإضافة إلى الماء . ويعتبر كحول الإيثايل ، والميثانول ، والأسيتون ، والأسيتونتريل من أهم هذه المذيبات .

Special tests

٣ - الاختبارات الخاصة

تعتبر هذه المرحلة من أهم وأدق الاختبارات بالنسبة للتقييم المعمل للمعقم الكيميائي ؛ حيث إنها تعطى صورة أكثر وضوحاً عن التأثير التعقيمي ، وذلك لتحديد إمكانية توجيه المعقم الكيميائي إلى المجال التطبيقي .. وتشمل هذه الاختبارات ما يلي :

Dose response

(أ) الجرعة المؤثرة

تلزم معرفة حدود التركيزات المستخدمة بعد مرحلة اختيار المعقم الكيميائي من خلال برامج التقييم الأول ، وذلك بصرف النظر عن الطريقة التي يسبب بها العقم ، ثم يستخرج منها التركيز الذي يحدث أكبر نسبة من العقم ، والذي يؤدي زيادته إلى إحداث الموت ، بينما يكون انخفاضه عدم الفاعلية من الناحية التعقيمية . ويعتمد اختيار المغمقات عمومًا للتطبيق الحقل على اتجاهين متضادين ، هما : التأثير التعقيمي Sterilizing effect ، والتأثير الإلهدي للمركب Insecticidal effect . ويطلق على هذين الاتجاهين معا حدود الأمان Safty margins ، أو عوامل الأمان Safty factors . وهناك ثلاثة نظم من عوامل الأمان هي :

- ١ - عامل الأمان الأول (SF₁) : وهو عبارة عن الجرعة الكافية لقتل ٥٠٪ من الحشرات LD₅₀ ، مقسومًا على الجرعة الكافية لتعقيم ٥٠٪ من الحشرات ED₅₀ .

$$SF_1 = \frac{LD_{50}}{ED_{50}}$$

وإذا كان عامل الأمان الأول يساوي ، أو أكبر من القيمة الحساسة (٥) ، فإن ذلك يشير إلى إمكانية تطبيق المعقم الكيميائي بنجاح . ويمكن الحصول على عامل الأمان الأول من حساب خط الجرعة المميتة ، وخط الجرعة المسبب للعقم . ويعيب الاعتماد على عامل الأمان الأول أنه يعتمد على قيم LD₅₀ ، ED₅₀ وهي لاتعبر بدقة عن المستوى التعقيمي الكامل المطلوب ، كما أنها تعتمد أساساً على ميل خطوط الاعتماد .

- ٢ - عامل الأمان الثاني (SF₂) : وهو عبارة عن الجرعة الكافية لقتل ٠,٠١٪ من الحشرات ، مطروحاً منها الجرعة الكافية لتعقيم ٩٩,٩٩٪ من الحشرات ، مقسومًا على الجرعة الكافية لتعقيم ٩٩,٩٩٪ من الحشرات .

$$SF_2 = \frac{LD_{0.01} - ED_{99.99}}{ED_{99.99}}$$

ويمكن استخدام المركب الذى يكون فيه عامل الأمان الثانى يعادل ، أو أكبر من القيمة (صفر) كمعقم كيميائى ناجح دون أن يسبب أية نسبة من الموت . ويمكن الحصول على عامل الأمان الثانى بنفس الكيفية التى نحصل فيها على عامل الأمان الأول . ولا يعتمد هذا العامل على انحدار الخطوط ويعطى إلى حد ما تفسيراً أفضل لبيان مدى تأثير المعقم الكيميائى شكل (٨ - ١) .

٣ — عامل الأمان الثالث (SF₃) : وهو عبارة عن أكبر جرعة مسموح بها Maximum tolerated dose مقسوماً على أقل جرعة مؤثرة ، Minimum effective dose .

$$SF_3 = \frac{\text{أكبر جرعة مسموح بها}}{\text{أقل جرعة مؤثرة}}$$

وإذا كان الناتج يسوى ، أو أكبر من القيمة (١) ، فإنه يمكن تطبيق المعقم الكيميائى بنجاح . ويعتمد عامل الأمان الثالث على نتائج التجارب غير المحللة إحصائياً ، بعكس عامل الأمان الأول والثانى .

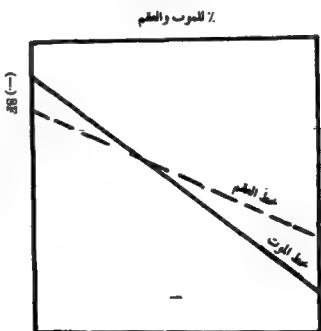
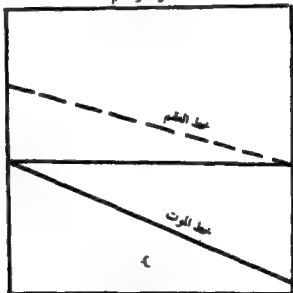
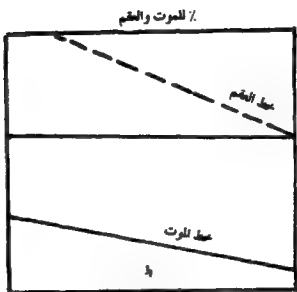
ويشابه هذا العامل النوع الثانى حيث إن ED_{99.99} (أقل جرعة مؤثرة) ، LD_{0.01} (أكبر جرعة مسموح بها) .

Sex sterilized

(ب) حساسية الجنس للمعقم

يفضل من الناحية التطبيقية أن تكون لكل من الذكر ، والأنثى حساسية مرتفعة تجاه المعقم الكيميائى ؛ فحساسية أحد الجنسين دون الآخر تقلل من إمكانية التوصل إلى مكافحة فعالة ومجدية . ومن المعروف أن حساسية الأنثى للمعقم الكيميائى غير كافية لتقليل التعداد الحشرى ، ولا تختلف كثيراً عن المبيد الحشرى . أما تعقيم الذكور فهو أكثر فاعلية ، وأقوى تأثيراً من تعقيم الإناث ؛ وذلك لقدرة الذكر على تلقيح أكثر من أنثى . وقد أظهرت الدراسات وجود مجموعة من المعقمات الكيميائية ذات تأثير تعقيمية على الإناث أكبر من الذكور (مضادات التمثيل) . ويعيب تعقيم الإناث قدرهما على التلقيح المتالى Multiple mating ، ولكن إذا كانت للحيوانات المنوية المنقولة إليها فى التلقيح الأول قدرة تنافسية كاملة للحيوانات المنوية فى التلقيحات التالية ، فإنه يمكن الحصول على مستوى تعقيمية جيد .

ومن الجدير بالذكر أن لجميع المعقمات الكيميائية التى تقع تحت قسم مضادات التمثيل (Anti metabolites ، ماعدا 5-fluoroorotic acid فى الذباب المنزلى) ، تأثيراً متخصصاً على إناث الحشرات البالغة عند إضافتها مع الغذاء . ومن المعروف أن المياض فى الإناث الحديثة الخروج تكون فى مستوى مرتفع من حيث استمرار النشاط الانقسامى ، كما أن خلاياها الجرثومية تكون على درجة عالية من النشاط التمثيلى ، وفى هذه الحالة .. تكون حساسة جداً لأى عامل خلارجى مثل مضادات التمثيل ،



لوحظ في المراكز

في الشكل (ب) يكون عامل الأمان إيجابياً ، يعني أن
الجرعة المضافة للمقيم أصغر كثيراً من الجرعة المضافة ولذا
يمكن الوصول إلى حجم كامل دون حدوث الموت .

لوحظ في المراكز

إذا كانت الجرعة المضافة للمقيم $ED_{99.99}$ مساوية
للجرعة المضافة للموت $LD_{0.01}$ فهذا يعني نجاح التطبيق
للمعيار الكمي ، وبالتالي على هذه الجرعة $ED_{99.99}$
في (ب) .

لوحظ في المراكز

إذا حصلنا على خطي الموت والمقيم في مخطط (د) ،
فهذا يعني حدوث القتل الطبيعي عندما تكون المادة
الكمية سامة ، ولذا فهو مطلوب .

شكل (د - ب) : العلاقة بين خطي الموت والمقيم في إظهار الجرعة المؤثرة .

ويتوقف نمو المبيض التي تتعرض لهذا النوع من المعقمات ، كما يحدث تحلل وامتصاص للبيوضات داخل بطن الأنثى . وكلما تقدمت الحشرة في العمر ، انخفض مستوى هذه التأثيرات . ولكن ذلك نادراً ما يحدث في حالة الذكور ، ويعزى إلى أن معظم الحيوانات المنوية الكافية لإحداث الإخصاب الكامل تتكون قبل خروج الحشرة الكاملة ، أو بعد خروجها بساعات قليلة . ويمكن إحداث العقم في ذكور الحشرات عند حقن هذه الكيمائيات في فترة النشاط الخاصة بمراحل تكوين الحيوانات المنوية . وقد تمنع هذه الخاصية الاختيارية لمضادات التمثيل إمكانية تطبيقها كمعقمات كيميائية ناجحة . ومع ذلك يرجع استخدامها في برامج التقييم ، لأن الكميات الضئيلة منها كافية لإحداث عقم كامل في الإناث بالإضافة إلى بقاء أثرها التعقيمي . ولعل مركبات مضادات التمثيل تنال مكانة أفضل كمعقمات كيميائية عند خلطها مع غيرها من المعقمات .

ومن الجدير بالذكر أن هناك كثيراً من المركبات الكيميائية التي تظهر تخصصاً أوضح في إحداث العقم للذكور ، مثل : مجموعة Dimethyl amines ، (الهمبا Hempa ، الهمل Hemel) ، وبعض المركبات الكيميائية التي تحوى مجموعة S-triazine ؛ حيث تتميز هذه المركبات بقدرتها على إحداث العقم في الذكور بتركيزات أقل من الإناث بحوالى ١٠ مرات . وباستخدام هذه المعقمات الكيميائية عند التركيزات المنخفضة مع خلطها بمضادات التمثيل وفقاً للأسس العلمية لعمليات الخلط ، يمكن الحصول في النهاية على تعقيم كامل لكل من الذكور والإناث بتركيزات منخفضة جداً مع إمكانية خفض أخطار السمية .

Permanence

(ج) بقاء واثبات التأثير التعقيمي

غالباً ما يكون للجرعة المحدثة للعقم تأثيراً مؤقتاً ؛ مما قد يؤدي إلى عودة الخصوبة مرة أخرى . ولقد أجريت بعض التجارب العملية البسيطة لإيضاح دورة ، أو طول فترة الثبات التعقيمي Duration of sterility ، وذلك على النحو التالى : يتم تجهيز أعداد ، أو مجاميع من ذكور وإناث عقمية لم يتم تلقيحها ، ثم تتاح لها الفرصة للتزاوج مع ذكور وإناث خصبة على فترات مختلفة خلال فترة حياة الحشرة . ويطلق على هذه التجارب اسم « تجارب الإحلال Replacement » . وقد أظهرت تجارب إحلال الذكور العقيمة بمركب Tepa ، محل الذكور الطبيعية للحشرة ثاقبة الحبوب الصغرى ، انخفاض معدل الفقس من ٨٧,١٪ في المقارنة إلى ٢٥,٥٪ ، وهذا يعطى دلالة على أن الذكور العقيمة قادرة ، عند إحلالها محل الذكور الطبيعية ، على إلغاء فعل التلقيحات الأولى ، كما يوضح قدرة الحيوانات المنوية المعاملة على منافسة الحيوانات المنوية الطبيعية . وعلى العكس من ذلك .. فقد لوحظ أن إحلال الذكور الطبيعية محل الذكور العقيمة يزيد من نسبة الفقس من صفر٪ في المقارنة إلى ٥٣,٤٪ بعد الإحلال . وتجربى هذه التجارب أيضاً عند استخدام الإشعاع لإحداث العقم .

يجب أن يوضع في الاعتبار أن زيادة تركيز المعقم قد تؤدي إلى حدوث أضرار جانبية للحشرة ؛ حيث لوحظ انخفاض فترة حياة الحشرة الكاملة للذباب المنزلى عند معاملة بتركيزات مرتفعة من

الأوتلات ، والتبيا ، والميتيا . وفي هذه الحالة .. لا يتحم بقاء الأثر التعقيمي لفترة طويلة ؛ نظراً لانخفاض فترة حياة الحشرة الكاملة . وقد أظهرت التجارب قدرة الذباب المنزلي على إتمام ٢٠ دورة نمو الخلايا التناسلية Gonotrophic cycles ، مع فترة الحشرة على البقاء حوالى ستة أسابيع ، وذلك تحت الظروف العملية . ونادراً ما يحدث ذلك في الطبيعة ، حيث تصل فترة النشاط الجنسي إلى أقصاها في بداية حياة الحشرة الكاملة ، وتضع الحشرة أكبر كمية ممكنة من البيض خلال الفترة الأولى من حياتها . ويقل هذا النشاط بدرجة كبيرة مع تقدم الحشرة في العمر ؛ ولنا .. يمكن أن نشير إلى أن التركيزات القادرة على إحداث ٥٠٪ عقم ، خلال فترة حياة الحشرة تحت ظروف العمل ، قد تكون من الوجهة التطبيقية أيضاً قادرة على إحداث عقم كامل وثابت ، وذلك عند انخفاض فترة حياة الحشرة الكاملة . ويمكن تقليل الأثر الجانبى الضار للمعقم الكيميائى بخصص التركيزات المستخدمة .

Specificity

(د) التخصص

يشير التخصص في المعقمات الكيميائية إلى تنوع واختلاف نشاط المركب في الكائنات المختلفة ، وفي الأعضاء المختلفة للكائن الواحد ، وفي الأطوار المختلفة للنوع الواحد ، وذلك مع اختلاف طريقة المعاملة . ولهذا الأسباب كلها .. يلزم أن يكون المعقم الكيميائى عديم الأثر على الكائنات الأخرى خلاف الآفة (مجال التعقيم) وفيما عدا بعض مركبات الأزريندين ، ومضادات التمثيل يبدو تخصص الأنواع تجاه المعقمات الكيميائية عالياً جداً . أما في صفوف وقبائل الحيوان ، فمن الملاحظ عدم وجود اختلافات كبيرة في درجة الحساسية بالنسبة للمعقمات الكيميائية .

ويعتبر تخصص الحشرات تجاه المعقم الكيميائى سلاحاً ذا حدين . فمن الناحية الإيجابية ... يؤثر على الآفة (مجال المكافحة) دون غيرها من الحشرات التي ربما تكون نافعة ، وعلى الجانب الآخر .. فإن درجة التخصص العالية تمنع استخدام المعقم الكيميائى على الحشرات الأخرى . ولعل للتخصص الجزئى ، أو غير الكامل جوانب تطبيقية ناجحة في هذا المجال .

ونظراً لاختلاف حساسية الأطوار المختلفة لحشرة ما تجاه المعقم الكيميائى ، يلزم تحديد الطور الأكثر حساسية ، مع أخذ سهولة إجراء المعاملة على طور معين في الاعتبار . وقد أظهرت التجارب أن للمعاملة على الطور اليرق نجاحاً ملموساً ضد الحشرات الاقتصادية ذات الطور الكامل (فيما عدا يرقات البعوض) ، وخصوصاً رتبتي حرشقية الأجنحة ، وغمدية الأجنحة . ويعتبر الطور العذرى غالباً مقولماً للمعاملة بالمعقمات الكيميائية ، بالرغم من أنه يبدى حساسية فائقة تجاه التعقيم بالإشعاع . وقد أظهرت بعض الأبحاث عن تعقيم العذارى بالكيميائيات نجاحاً طيباً عند معاملة عذارى ذبابة الفاكهة المكسيكية بمعقم التبيا ، مع أن البعض يفسر ذلك بأنه تعقيم غير حقيقى للعذارى ، وأنه يرجع إلى الأثر الباقي للمعقم في طور الحشرة الكاملة .

أظهرت التجارب التي أجريت على الذباب المنزلى ، والديدان الحلزونية أن الحشرة الكاملة الحديثة الخروج أكثر حساسية للمعقم الكيميائي ؛ لذا فهي أصحح الأطوار لتجارب التعقيم . ومن الجدير بالذكر أن دراسة تأثير المعقم لا يجب أن تنحصر فقط على جيل الآباء ، بل يجب أن تستمر على أجيال الأبناء ، فقد يتأخر ظهور الأثر التعقيمي لعوامل وتأثيرات جنينية ، ويسمى هذا بالتأثير المتأخر Late effect وهو يظهر في الذباب المنزلى ؛ لذا .. فإن تأثير المعقم النهائي يتم عن طريق حساب نسبة التعثر في جيل الأبناء ، بينما في حشرات أخرى ، مثل : ذبابة الثار المكسيكية ، والدودة الحلزونية يتم تقييم فعالية المعقم بحساب الكفاءة التناسلية ، ونسبة الفقس لليض في إنثى جيل الآباء .

Sexual Competitiveness

(٥) المنافسة التزاوجية

تعتبر المنافسة التزاوجية ، أو الاعتداء الجنسي Sexual Aggressiveness من أهم الدراسات التي يلزم إجراؤها عند تقييم المعقم الكيميائي أو التعقيم بالإشعاع . ومن اليدى أن المعقم الكيميائي الناجح لا يؤثر على المنافسة التزاوجية للحشرة العقيمة ؛ بحيث تكون لها القدرة الكاملة على منافسة الحشرة الطبيعية . ولقد أظهرت التجارب أن ذكور البعوض العقيمة ، بفعل الإشعاع ، تكون أقل في القابلية ، أو الاستعداد الجنسي من مثيلتها الطبيعية . وعلى العكس من ذلك .. فإن تعقيم ذكور البعوض بالكيميائيات لم يؤثر على قدرتها في المنافسة التزاوجية ، كما أن معاملة الذباب المنزلى بالمعقمات الكيميائية ، لم يمكن لها تأثير يذكر على المنافسة التزاوجية للحشرات المعاملة .

ويمكن قياس المنافسة التزاوجية بتواجد عدد معين ومحدد من الذكور المعاملة (T♂) ، والذكور الطبيعية (N♂) ، بنسب مختلفة مع إنثى عادية (N♀) حديثة الخروج تامة النضج ، ثم تحسب المنافسة التزاوجية بقسمة نسبة العقم الملاحظة على نسب العقم النظرية ، وهي ما تعرف بقيمة المنافسة التزاوجية Competitiveness Value (C.V.) . فإذا كان الناتج (واحدًا صحيحًا) ، أطلق على ذلك مصطلح المنافسة التزاوجية المتساوية Equal Competitiveness وإذا كان الناتج (أكبر من واحد صحيح) ، أطلق على هذه الحالة مصطلح المنافسة التزاوجية الفائقة Hyper competitiveness ، وهي تعنى أن الذكور المعاملة أكثر منافسة من الطبيعية . ويرجع ذلك للتأثير الزائد للحيوانات المنوية في الذكور المعاملة ، وذلك من خلال نقل المعقم الكيميائي إلى الإناث غير المعاملة . وإذا كان الناتج (أقل من واحد صحيح) ، عرف ذلك بالمنافسة التزاوجية المحدودة Hypo competitiveness ، وهي تعنى عدم مقدرة الذكور المعاملة على منافسة الذكور الطبيعية .

وغالبًا ما يحدث انخفاض لفترة حياة الحشرة الكاملة ، كنتيجة لتأثير المعقم الكيميائي ، وقد يكون هذا الانخفاض في الحدود المسموح بها . وقد ابتكرت طريقة خاصة لقياس المنافسة التزاوجية لذكور الديدان الحلزونية ، والتي تتميز بمحاولتها التزاوج عدة مرات ، بينما تتمتع الإناث عن التزاوج بعد التلقيح الأول . وتكون هذه الخاصية الفسيولوجية عادة في حدود نسبة الذكور إلى الإناث (٣ : ١) ، وعند زيادة هذه النسبة عن ذلك تحدث حالة الإزعاج Harassment ، والتي تؤدي إلى خفض

فترة حياة الإناث ، وتعتبر مقياساً للقوة ، أو الكفاءة الجنسية للذكور (SAG) Sexual Aggressiveness . وكلما ارتفعت المنافسة التزاوجية للذكور ، انخفضت فترة حياة الإناث والعكس صحيح .

Resistance

(و) المقاومة

تعتبر مقاومة الحشرات لفعل المعقمات الكيميائية إحدى التساؤلات الهامة التي فرضت نفسها مع بداية ظهور المعقمات الكيميائية كاتجاه حديث في مكافحة . وليست هناك حتى الآن أية أسباب تدعو إلى اختلاف المعقمات الكيميائية عن غيرها من المركبات البيولوجية النشطة ، مثل المبيدات الحشرية ، والتي لها تاريخ معروف في إظهار الآفات لصفة المقاومة لفعالها . ولعل اختلاف حساسية الحشرات باختلاف المعقم الكيميائي يوضح الاحتمال الكبير لتفاوت استجابة أفراد العشيرة لفعل المعقم الكيميائي ، وهي أولى دلائل ظهور صفة المقاومة . وكما هو معروف بالنسبة للمركبات البيولوجية النشطة ، فإن ظهور صفة المقاومة لفعل المعقم الكيميائي ليس إلا عملية اختيار ، وضغط انتخائي لبعض أفراد العشيرة دون الغالبية لظهور صفة المقاومة ، والتي يزداد نموها مع استمرار التعريض للمعقم الكيميائي في الأجيال المتتالية .

وقد أظهرت بعض التجارب ظهور صفة المقاومة لبعض الحشرات تجاه المعقمات الكيميائية . فقد أمكن الوصول إلى إظهار صفة المقاومة في الذباب المنزلي عند معاملة بمادة Metepa ، بينما لم تظهر هذه الصفة بعد المعاملة بـ Hempa . كما ظهرت صفة المقاومة في البعوض الناقل للحمى الصفراء باستخدام Apholate ، وذلك بعد فترة قصيرة من المعاملة ، بينما ظهرت صفة المقاومة ليرقات البعوض الناقل للحمى الصفراء باستخدام Metepa بعد عدة أجيال .

وعلى العكس من ذلك .. فهناك بعض التجارب التي تنفي ظهور صفة المقاومة لبعض الحشرات تجاه المعقمات الكيميائية ؛ حيث لم تظهر صفة المقاومة بعد معاملة الذباب المنزلي بمادة Apholate عند إضافتها للغذاء ، وكانت الدراسة لمدة ٨٠ جيلا . وقد أوضحت هذه الدراسة أن الأجيال الأولى كانت أكثر حساسية للمعقم الكيميائي ؛ إذ تحدث بها تراكمات لتأثيرات ضارة في التركيب الجيني لمدة ٣٠ جيلا . وسرعان ما ينخفض تركيز هذه التراكمات إلى أن تصل في الجيل الثامن إلى نفس المستوى التي بدأت عنده الدراسة . كما أكدت الدراسات التطبيقية في الطبيعة عدم ظهور صفة المقاومة للذباب المنزلي عند إضافة مركب Metepa إلى الطعوم السامة كل ثلاثة أيام لمدة ستين .

Types of sterility

خامساً : أسباب وأنواع العقم

تعتبر معرفة نوع العقم من أهم العقبات الرئيسية لتحديد الأثر التقييمي للإشعاع ، أو المعقمات الكيميائية . وقد عرف التعقيم Sterilization بأنه عدم القدرة على إنتاج النسل ، ولا تستطيع الأفراد العقيمة أن تنقل تأثيرها إلى الأجيال التالية ، مع أن هناك بعض الآراء التي تشير إلى إمكانية نقل العقم

إلى أجيال الأبناء . وقد بنى ذلك على أساس أنه من السهل للأبناء أن تتوارث العوامل ، أو الظروف من الآباء ، والتي تؤدي إلى وقف القدرة التناسلية لها . وعليه .. يقال إن الآباء والأبناء في حالة عقم . ويتم إنتاج العقم في الحشرات بطرق عديدة تختلف باختلاف الجنس .. وعموماً ينشأ العقم نتيجة للأسباب الآتية :

(أ) : في الذكور Males

Dominant lethal mutations

١ - الطفرات المميتة السائدة

Aspermia

٢ - توقف إنتاج الحيوانات المنوية

Sperm inactivation

٣ - محمول الحيوانات المنوية

(ب) : في الإناث Females

Dominant lethal mutations

١ - الطفرات المميتة السائدة

Infecundity

٢ - انخفاض الكفاءة التناسلية

(ج) : في كلا الجنسين Either sexes

Inability to mate

١ - عدم القدرة على التزاوج

يجدر بنا أن نذكر أن الطفرات السائدة المميتة في الخلايا التناسلية لكل من الذكر والأنثى من أنجح أسباب التعقيم وسوف نتناولها بالتفصيل تباعاً . وعموماً .. نجد أنه حين يتعرض أيًا من الجنسين للإشعاع أو الكيمائيات المسببة للعقم ، فإن حدوث العقم يتم بطرق مختلفة ، كما أن حشرة واحدة قد يحدث فيها العقم نتيجة لتأثير سبب ، أو أكثر من أسباب العقم . وكمثال .. فإن معاملة الإناث قد تؤدي إلى إنتاج بيض تظهر فيه حالة الطفرات المميتة السائدة ، وقد يحدث في النهاية توقف لإنتاج البيض . كذلك تؤدي معاملة الذكور إلى ظهور الطفرات المميتة السائدة في الحيوانات المنوية المنقولة من الذكر للأنثى في مرات الجماع الأولى ، بينما قد يتوقف إنتاج الحيوانات المنوية في مرات التزاوج الأخيرة .

(أ) : أسباب العقم في الذكور

Dominant lethal mutations

١ - الطفرات المميتة السائدة

تعتبر الطفرات المميتة السائدة من أفضل أسباب العقم من ناحية التطبيق . وقد ارتكز هذا النوع من التعقيم على فلسفة تعقيم الذكور Sterile male technique ، والتي وضع أساسها النظرى Bushland &

Hopkins عامى ١٩٥١ ، ١٩٥٣ ، ومن بعدها Knipling عامى ١٩٥٥ ، ١٩٥٩ . ويعتبر العالم Hertwig عام ١٩١١ ، أول من لاحظ هذه الظاهرة حيناً اكتشف فشل بموض الأمفيا في الفقس بعد تعرض ذكروره للإشعاع . كما أشار العالم Muller عام ١٩٢٧ إلى أن الطفرات المميتة السائدة ترجع إلى أسباب وراثية أو جينية .

Definition

تعريف الطفرات المميتة السائدة

صاغ العالم Muller تعريف الطفرات المميتة السائدة عندما اكتشف ظهور الطفرات الجينية بعد تعرض ذكور حشرة الدروسوفيليا للإشعاع . وأشار إلى أن الطفرات المميتة السائدة عبارة عن تغيرات ، أو تعديلات نووية تؤدي إلى موت الزيجوت ؛ أى أن هذه الطفرات تحدث في الخلية الجرثومية التى تتحد مع الخلية الجرثومية الأخرى في عملية الإخصاب . وعموماً .. فإن هذه الطفرات لا تمنع نضج الخلية المتأثرة وتحولها إلى جاميت ، كما لا تمنع الجاميت في تكوين الزيجوت ، ولكنها تعمل على وقف نمو الزيجوت حتى مرحلة النضج ؛ أى أن الطفرات المميتة السائدة لا تكون قاتلة للخلايا المعاملة ، ولكنها مميتة للزيجوت بعد تكوينه . ولأشك أن الطفرات المميتة السائدة الناتجة عن الكيمياء قد تختلف ، أو تتشابه مع مثيلاتها الناتجة عن الإشعاع ، إلا أن التأثير النهائي واحد وهو توقف إنتاج النسل . وقد اتفق جميع الباحثين على أن سيادة الطفرة المميتة لا تحدث نتيجة لتأثير الإشعاع ، بل ترجع إلى حدوث كسر في الكروموسوم ، وفشل هذا الكسر في الالتحام ، أو قد ترجع إلى حدوث التحام في مناطق الكسر . وعموماً .. تختص الدراسات المتاحة في هذه الناحية بتأثير الإشعاع على التغيرات الكروموسومية المصاحبة للطفرات المميتة السائدة .

العلاقة بين وقت موت الجنين ، والطفرات المميتة السائدة

Time of embryo death with dominant lethal mutations

أظهرت الدراسات أن موت الجنين يرجع إلى انخفاض ، أو توقف الانقسام غير المباشر ، أو قد يرجع إلى حدوث خلل في التوازن الجنيني كنتيجة لدورة عبور الكسر والالتحام . ومن الممكن أن يظهر تأثير الطفرات المميتة السائدة في الفترة بين الإخصاب حتى طور الحشرة الكاملة . وعموماً .. تؤدي الطفرات المميتة السائدة إلى توقف نمو الجنين قبل الفقس ، وغالباً ما يحدث الموت قبل طور البlastoderm ، وأثناء الانقسامات التلقائية الأولى . ويطلق على هذا التأثير الفعل المبكر Early effect أو يطلق عليه Prehatching effect . وقد أشار Fahmy عام ١٩٥٤ إلى أنه عند معاملة ذكور الدروسوفيليا بمادة Tretamine ، ثم تركها للتزاوج مع إناث طبيعية ظهرت الطفرات المميتة السائدة في مرحلة متأخرة ؛ أى في طور اليرقة أو العنقاء . ويطلق على هذا التأثير اسم الفعل المتأخر Post hatching effect ، وقد لوحظ التأثير المتأخر في حشرة سوس اللوز عند تعرض ذكرورها للإشعاع .

تحديد تأثير الطفرات المميتة السائدة في الحشرات

Detection of dominant lethal mutations induced in insects

يمكن تحديد تأثير الطفرات المميتة السائدة في الحشرة كنتيجة لفعل الإشعاع أو المعقمات الكيميائية بمعاملة جنس واحد (ذكر أو أنثى) ، ثم تجري الاختبارات لمعرفة ما إذا تم تزاوج الإناث ، ثم التأكد من احتواء قابليتها المنوية على حيوانات منوية متحركة قادرة على الإخصاب . وكل ما يعيب هذه الطريقة هو عدم التأكد من قدرة الحيوانات المنوية المتحركة على إتمام الإخصاب .

وقد أظهرت الدراسات ارتفاع معدل الطفرات المميتة السائدة في الحشرات بزيادة تركيز المعقم الكيميائي . ويلاحظ في التركيزات العالية جدًا عدم تناسب معدل الطفرات مع زيادة التركيز ، وعليه .. فإن خط التركيز (معدل الطفرات) يأخذ الشكل المقطوع ، ويصل إلى درجة يطلق عليها نقطة التشبع Saturation point . وتتوقف درجة التفطوح على نوع المعقم الكيميائي المستخدم . ولهذا السبب .. فإن منحنى التركيز يستخدم لتحديد أفضل تركيز لبرامج تعقيم آفة ما . وتمثل النقطة الواقعة قبل بداية التفطوح أفضل تركيز يعطى أعلى تأثير للطفرات المميتة السائدة بأقل تركيز من المعقم الكيميائي .

وتلعب درجة الحرارة دورًا هامًا في معدل إنتاج الطفرات السائدة المميتة ؛ حيث إن ارتفاعها يزيد من معدل إنتاج الطفرات السائدة المميتة . كما أن زيادة مدة تخزين الحيوانات المنوية في القابلة المنوية تزيد من معدل إنتاج الطفرات المميتة السائدة . وقد يرجع ذلك إلى انتقال بعض المواد المؤكدة التي لم تتفاعل بعد ، والتي تتفاعل بعد ذلك مع الحيوانات المنوية التي لم تتأثر .

المعقمات الكيميائية المهددة للطفرات المميتة السائدة

أظهرت المعقمات الكيميائية قدرة على إنتاج الطفرات السائدة المميتة . وأهم هذه المجموعات القدرة على إحداث الخلل الكروموسومي ، هي : المركبات الألكيلية ، وأشبه القلويدات ، (القلويدات) ، والبروكسيدات .

Alkylating agents

(أ) المركبات الألكيلية

وهي تمثل أكبر مجموعة من المعقمات الكيميائية ، وأكثرها فاعلية ، وتحتوي على عدد مختلف من مجاميع الألكيل . وقد لوحظ أن لعدد مجاميع الألكيل تأثيرًا على معدل إنتاج الطفرات المميتة السائدة . وعموماً .. تقسم المركبات الألكيلية وفقًا لعدد مجاميع الألكيل إلى :

١ - مركبات وحيدة التأثير (ذات مجموعة ألكيل واحدة) ، مثل : مركبات Ethylene amine ،

ويطلق عليها Mono functional .

٢ - مركبات ثنائية التأثير (ذات مجموعتين ألكيل) ، مثل : مركب Morzid ، ويطلق عليها . Bifunctional

٣ - مركبات ثلاثية التأثير (ذات ثلاثة مجموعات ألكيل) ، مثل : مركب Tera ، ويطلق عليها . Trifunctional

٤ - مركبات رباعية التأثير (بها أربع مجموعات ألكيل) ، مثل : مركب Aphonide ، ويطلق عليها . Tetra functional

٥ - مركبات سداسية التأثير (ذات ست مجموعات ألكيل) ، مثل : Aphonate ، ويطلق عليها . Hexa functional

ويطلق على الأقسام الثلاثة الأخيرة اسم مركبات عديدة التأثير Poly functional . وقد اتفق علماء الأورام على أن المركبات التي تعمل بمجموعتين ، أو أكثر من الجوامع النشطة (مثل بجاميع الكلواثيل) تكون قادرة على إحداث الكسر الكروموسومى . وقد لوحظ أن للمركبات ذات مجموعة الألكيل الواحدة تأثيراً أقل من المركبات عديدة المجموعات بمعدل من ٥٠ - ١٠٠ مرة في قدرتها على إحداث الطفرات الجينية . ومن الجدير بالذكر أن هناك بعض المركبات الألكيلية القادرة على إحداث الكسر الكروموسومى ، مثل : مركبى Hemel ، Hempa .

Alkaloids

(ب) القلويدات

وهى مجموعة من المركبات التى لم تلق نجاحاً فى مجال التعقيم الكيميائى ، مع أنها أظهرت قدرتها على إحداث الكسر الكروموسومى . وقد أظهرت هذه المركبات كذلك كفاءتها كمسببات للطفرات فى ذبابة الدروسوفيلا ، مثل : مركبات Heliotrine ، Monocrotaline ، Lasiocarpine . ويعتبر مركب Colchicine من أكثر المركبات استعمالاً ؛ حيث يمنع انقسام الخلايا ، وذلك لتأثيره على الخيوط المخزنية للكروموسومات . وهذا المركب الكيميائى قادر على تعقيم إناث الحشرات .

Peroxides

(ج) البيروكسيدات

من المعروف أن للبيروكسيدات الهيدروجينية قدرة على إحداث الطفرات فى معظم الكائنات الحية ، مع أنها لم تثبت كفاءتها ضد ذبابة الدروسوفيلا ؛ حيث تقوم الإنزيمات بهدمها سريعاً داخل جسم الحشرة . وقد لوحظ أن للبيروكسيدات العضوية قدرة على إحداث الطفرات الجينية فى ذبابة الدروسوفيلا . ولم تعرف بعد كفاءة هذه المركبات فى كسر الكروموسومات .

Aspermia

٢ - توقف إنتاج الحيوانات المنوية

حينما تعامل الحشرات بالإشعاع ، أو العققات الكيميائية ، فإن تأثيرها لا يقع على الحيوان المنوى

البالغ ، أو البويضة الناضجة فقط ، بل قد يمتد هذا التأثير ليشمل كل الخلايا التناسلية الموجودة بالخصية أو المبيض . ويعرف اصطلاح *Aspermia* بأنه عبارة عن توقف إنتاج الحيوانات المنوية البالغة ، والتي تنقلها الذكور إلى الإناث أثناء الجماع ، وقد تقل كميتها نتيجة للمعاملة . وقد لوحظت هذه الظاهرة في ذكور الحشرات بعد معاملةا بالمعقمات الكيميائية ، أو تعرضها للإشعاع ؛ حيث توقفت دورة تكوين الحيوانات المنوية *Spermatogenic* . وعموماً .. فإن الخلايا الجرثومية تتفاوت في درجة حساسيتها للمعقمات الكيميائية ، أو الإشعاع وذلك تبعاً للجرعة المستخدمة ، ونوع الخلية الجرثومية المتأثرة .

أظهرت الدراسات أن معاملة الخلايا الجرثومية *Gonial cells* ، في كل من الذكر والأنثى ، بجرعات معينة من المعقم الكيميائي ، أو الإشعاع تؤدي إلى إنتاج معدل منخفض من الطفرات الميئة السائدة .

ويعزى ذلك إلى حساسية هذه الخلايا الفائقة لهذه الجرعات ؛ مما يؤدي إلى موتها . ويسبب موت الخلايا الجرثومية خفض الكفاءة التناسلية في حالة معاملة الإناث *Infecundity* ، أو توقف إنتاج الحيوانات المنوية البالغة في حالة الذكور *Aspermia* . وقد أشار *Cantwell & Henneberry* عام ١٩٦٣ إلى أن معاملة ذكور الدروسوفيل بتغذيتها على الأفولات بتركيز ١٪ لمدة ٢٤ ساعة ، تؤدي إلى وقف تطور ونمو الحيوانات المنوية بالجزء الأمامي للخصية ، مع حدوث تعفن *Necrosis* في الطبقة الطلائية الجرثومية بعد اليوم الثامن من المعاملة .

ولعل استخدام الكيميائيات ، أو الإشعاع في منع إنتاج الحيوانات المنوية قد يفسر السبب في نقص حجم الخصية في الذكور المعاملة ؛ إذ لوحظ ظهور نقص واضح في حجم الخصى بعد خمسة أيام من غمر ذكور سوس اللوز في مادة الأفولات ، كما ازداد النقص في الحجم بعد عشرة أيام من المعاملة . وقد أظهرت الدراسة أن تغذية حشرة *Hippelates ponis* بمركب الأفولات ، والميتيا ، والتيا قد أدت إلى نقص حجم الخصية بمعدل ٢٣٪ عن مثيلتها غير المعاملة . وتعتبر المنطقة الجرثومية في الخصية من أكثر المناطق تعرضاً للتأثير وأكثرها حساسية . وعلى العكس من ذلك .. لم يكن لمواد التيا ، والميتيا ، والميثويتيا تأثير على حجم الخصى في ذكور دودة ورق القطن .

ولوحظ أن معظم المواد الألكيلية وبعض مضادات التمثيل تتميز بقدرتها على قتل الخلايا الجرثومية . وقد يرجع ذلك إلى تأثيرها على الحمض النووي *DNA* ، والذي يحتر شديد الحساسية لمعظم المعقمات الكيميائية .

Sperm inactivation

٣ - محمول الحيوانات المنوية

تتميز الحيوانات المنوية الحاملة بسمات خاصة ، وتنقسم هذه الحيوانات الحاملة إلى ثلاثة أنواع هي :

- (أ) حيوانات منوية عديدة الحركة .
 (ب) حيوانات منوية متحركة ولكنها غير قادرة على اختراق جدار البويضة .
 (ج) حيوانات منوية متحركة قادرة على اختراق جدار البويضة ، ولكن نواتها فاشلة في الاتحاد مع نواة البويضة .

ولعل الاعتقاد السائد بفشل طريقة تعقيم الذكور ، عند توافر كميات كبيرة من الخلايا المنوية الحاملة ، يجانبه الصواب ؛ إذ يرجع العقم في ذلك إلى حالة التزاوج في الحشرة . وعموماً .. فهى تصلح في حالة الحشرات وحيدة التزاوج Monogamous . كذلك تعتمد صلاحية الحيوانات المنوية الحاملة ، كأساس للتعقيم ، بشكل كبير على ضمان امتناع الأنثى عن التزاوج بعد التلقيح الأول .

من الصعب أن يتم تقييم نشاط الحيوانات المنوية دون إجراء دراسات سيتولوجية ، خاصة في الأنواع التي تحتاج للإخصاب حتى يتم نمو ونضج البيض . ومن العسير تحديد ما إذا كانت الذكور المعاملة تنقل حيواناتها المنوية في صورة طفرات سائدة مهيمنة أو خاملة ، أو لا تنقلها على الإطلاق ؛ حيث إن جميع هذه الحالات تؤدي في النهاية إلى عدم فقس البيض .

وقد أثبتت معظم الدراسات في مجال التعقيم بالإشعاع أن محمول الحيوانات المنوية لا يحدث إلا بعد ظهور الطفرات المهيمنة السائدة . وما زالت الدراسات الخاصة بظهور حالة محمول الحيوانات المنوية كنتيجة لتأثير المعقمات الكيميائية في نطاقها الضيق . وقد وجد أن معاملة ذكور البراكون بالحرذل النيتروجيني Nitrogen mustard تنتج حيوانات منوية خاملة عند جرعات أعلى من تلك التي تسبب الطفرات المهيمنة السائدة . كما وجد أن معاملة هذه الذكور قيمياً بمادة الأوفولات عند تركيز ٠,٠١ ، إلى ٠,١ ٪ تنتج كمية قليلة من الحيوانات المنوية الحاملة ، وذلك عند التركيزات التي تسبب ٤٠ ٪ - ٨٠ ٪ طفرات سائدة مهيمنة . كما فشل معظم البيض الناتج في الفقس عند حقن ذكور الدروسوفيللا بمادة [(P - N - dichloroethyl) amino - phenylalanine] .

وقد تعزى هذه النتيجة إلى حدوث طفرات مهيمنة سائدة ، وأظهر الفحص السيتولوجي موت معظم الحيوانات المنوية ؛ مما أدى إلى عدم حيوية البيض . وقد افترض Simkover عام ١٩٦٤ أن مركب 2-imadazofidinone - يسبب محمول الحيوانات المنوية الحشرة بقعة حشيش اللبن ، ذلك على أساس انتقال الحيوانات المنوية من الذكر إلى الأنثى دون إجراء دراسات سيتولوجية لتحديد التأثير الحقيقي للمعقم (طفرات أو محمول) .

المعقمات الكيميائية القادرة على إنتاج الحيوانات المنوية الحاملة

أظهرت الدراسات الحديثة التي أجريت على دبور البراكون أن بعض المعقمات الكيميائية تظهر تأثيراً واضحاً في إنتاج كميات كبيرة من الحيوانات المنوية الحاملة ، بينما لا يظهر البعض الآخر مثل

هذا التأثير . ووجد أن معاملة ديور اليراقون بالملازمة بمركب Tretamine ، في حدود التركيزات المحدثة للعقم ، لم تظهر حالة محمول الحيوانات المنوية ، بينما أظهر مركب Tepa هذه الحالة بكميات كبيرة حتى عند التركيزات تحت المعقمة Substerilizing . ويمكن من هذه النتائج استخلاص ما يلي :

١ - لا يتحتم رفع التركيز للدرجة أعلى من التركيز المسبب للعقم حتى نحصل على الحيوانات المنوية الحاملة .

٢ - تظهر حالة الحيوانات المنوية الحاملة عند استخدام مجموعات معينة من المعقمات الكيميائية . ويمكن مقارنة أنواع محمول الحيوانات المنوية ، وأثرها التعقيمي على أنواع مختلفة من الحشرات جدول (٨-٥) ويظهر من النتائج عدم إمكانية الفصل بين النوع الثالث من محمول الحيوانات المنوية ، في الأنواع التي تتوالد بكمياً ، وبين الطفرات الميتة السائدة في الحشرات الأخرى . ولسوء الحظ .. لا يمكن معرفة نوع المحمول في الحيوانات المنوية باختلاف المعقمات الكيميائية .

جدول (٨-٥) : مقارنة بين أنواع محمول الحيوانات المنوية ، وأثرها التعقيمي على أنواع مختلفة من الحشرات .

أنواع محمول الحيوانات المنوية الناتجة		
التأثير الناتج على	النوع الأول والثاني	النوع الثالث
الأنواع التي تتكاثر بكمياً (ديور اليراقون)	فقس البيض وإنتاج ذكور	فقس البيض وإنتاج ذكور
حشرات وحيدة الزواج وتتكاثر جنسياً ، مثل : الذباب ، والبعوض	عدم فقس البيض ، وتشابه حالة الطفرات الميتة السائدة	عدم فقس البيض ، وتشابه حالة الطفرات الميتة السائدة
حشرات عديدة الزواج وتتكاثر جنسياً ، مثل : سوس اللوز	فقس البيض عند فشل الحشرات المنوية الناتجة من الذكور	عدم فقس البيض ، وتشابه حالة الطفرات الميتة السائدة ، وذلك لإمكانية منافسة الحيوانات المنوية الناتجة من الذكور الطبيعية
	المعاملة في منافسة تلك الناتجة من الذكور الطبيعية	الحيوانات المنوية الناتجة من الذكور المعاملة لمثليتها الطبيعية

كما سبق .. يمكن القول بأن أسباب العقم في الذكور نتيجة الكيميائية ترجع إلى :

- ١ - مواد كيميائية تحدث تلفاً كروموسومياً ، وتسبب حالة الطفرات المميتة السائلة .
- ٢ - مواد كيميائية تقتل الخلايا الجرثومية مسببة حالة توقف إنتاج الحيوانات المنوية .
- ٣ - مواد كيميائية تعمل على وقف نشاط ، أو محمول الحيوانات المنوية .

ويمكن للمعقم الكيميائي الواحد إنتاج كل التأثيرات الثلاثة السابقة ، أو بعضها تبعاً للجرعة ، ونوع الحلية المعرضة للتأثير .

أنواع العقم المرغوبة في برامج مكافحة الآفات

Types of sterility desired for insect control programs

إنه من العسير أن يتحدد نوع العقم المفضل في برامج مكافحة لجميع أنواع الحشرات ، وإنما يلزم أن يحدد أفضلها لكل حشرة على حدة . ولتحديد نوع العقم المرغوب ، يلزم إجراء مزيد من الدراسات في مجال فسيولوجيا التكاثر لكل نوع تحت الاختبار :

١ - الأنواع عديدة التزاوج Polygamous

يلزم للذكور العقيمة أن تنقل حيواناتها المنوية في صورة الطفرات المميتة السائلة ، حتى تكون لها قدرة تنافسية كاملة مع الحيوانات المنوية الطبيعية .

٢ - الأنواع وحيدة التزاوج Monogamous

يتساوى تزاوج الإناث مع ذكور عقيمة منتجة لحيوانات منوية خاملة مع تزاوجها بأخرى منتجة لطفرات مميتة سائلة . وتعتمد صلاحية التعقيم في هذه الحالة على ما إذا كان انتقال الحيوانات المنوية من الذكر للأنثى مؤثراً بدرجة كافية لمنع تزاوج الأنثى في المستقبل .

٣ - الأنواع محدودة التزاوج Oligogamous

وفها تكون عملية التلقيح في حد ذاتها كافية لمنع تزاوج الأنثى مرة ثانية ، بصرف النظر عن انتقال ، أو عدم انتقال الحيوانات المنوية من الذكر للأنثى ، وذلك يصلح في حالة توقف الحيوانات المنوية Aspermia ؛ أى يكون مدى تطبيق حالة Aspermia محدوداً جداً ، يليه محمول الحيوانات المنوية . أما بالنسبة للطفرات المميتة السائلة فهي أصلح أسباب العقم في برامج مكافحة .

٤ - يجب أن تحتوي الذكور المقيمة على كمية وفيرة من مخزون الحيوانات المنوية ، أو طلائع النوى وقت تعرضها للمعقم الكيميائي أو الإشعاع . وذلك حتى تتمكن من منافسة الحيوانات المنوية الطبيعية خلال مرات التزاوج المختلفة . ومن البديهي أنه إذا أفرغت الذكور كل مخزونها المنوى بعد مرات قليلة من التزاوج ، فإنها ستصبح في حالة Aspermia ، وتتعلم بالتالى المنافسة وتضعف كفاءتها في برامج المكافحة في حالة الحشرات عديدة التزاوج .

٥ - يجب ألا تؤثر أنواع العقم المختلفة على النشاط العام للحشرة General vigor ، أو طول فترة حياة الحشرة Longevity ، أو المنافسة التزاوجية Sexual Competitiveness ، أو سلوك التزاوج Mating behaviour .

(ب) أسباب العقم في الإناث

يحدث العقم في الإناث إما بإنتاج طفرات ممتدة سائدة في البيض الناتج ، أو لعدم قدرة الحشرة على إنتاج البيض . وتشابه حالة الطفرات الممتدة السائدة في البيض مثلتها في الحيوانات المنوية ، فكلهما راجع إلى حدوث خلل كروموسومى . لذا .. سنكتفى بما تم تناوله في الطفرات الممتدة السائدة للحيوانات المنوية ، وسوف نتناول هنا حالة :

Infecundity

عدم القدرة على إنتاج البيض

تنظم عملية البيض عوامل وراثية ، عوامل هرمونية ، عوامل كيميائية ، عوامل بيئية . ويمكن وقف عملية تكوين البويضات في الحالات الآتية :

١ - المعاملات التى تسبب موت الخلايا الجرثومية ، ونعنيها بالتالى من الانقسام لتكوين مراحل أكثر تطوراً .

٢ - الظروف التى تمنع كروموسومات الخلايا المغذية من الانقسام ، فيتوقف عملها كمصدر رئيسى في ترسيب المح .

٣ - الخلل الذى يحدث للعوامل الوراثية ، أو الهرمونية ، أو الكيميائية ، أو البيئية ، والذى يؤدى إلى توقف عمليات التكوين المحي .

وتعمل المعقمات الكيميائية والإشعاع على منع تكوين البويضات بجميع الوسائل السابقة . وتعبر المعقمات الكيميائية الواقعة تحت مجموعة مضادات التمثيل ، والمركبات الألكيلية من أهم المجموعات الكيميائية القادرة على إحداث مثل هذا التأثير .

يتم تعقيم وإطلاق كلا الجنسين في أى تطبيق ناجح لتعقيم الذكور . وقد يؤثر إطلاق الإناث العقيمة في المنطقة المحددة للمكافحة معنوياً في خفض الكثافة العددية للحشرات إلى حد ما . وقد أظهرت التجارب أن إطلاق الإناث العقيمة لحشرة *Naval orange worm* أكثر تأثيراً من إطلاق الذكور العقيمة . ولهذا الأسباب تلزم معرفة طريقة فعل المعقمات الكيميائية والإشعاع لإنتاج ظاهرة Infecundity في الإناث .

من المعروف أن إنتاج البيض في الحشرات يعتمد كلية على تمييز البويضات من الاووجونيا ، كما يعتمد على الدور الذى تلعبه الخلايا المغذية . وقد يؤدي تعرض خلايا الاووجونيا لأضرار جسيمة ؛ أى منع أو انخفاض الإنتاج التناسلي . كما أن تعرض الخلايا المغذية للمعقمات الكيميائية ، أو الإشعاع ، وفي فترات محددة أثناء نضج البيض ، يؤدي إلى توقف أو ضعف القدرة التناسلية ، حيث إن الخلايا المغذية تكون حساسة جداً للإشعاع ، أو المعقمات الكيميائية في فترة نضج ، بينما تبدو الخلايا المغذية أكثر مقاومة لهذا التأثير بعد تمام تميز الخلايا ، ووصولها إلى مرحلة متقدمة من النمو ، ويظهر البيض بالتالى في صورة طبيعية .

بعض الدراسات على أثر المعقمات الكيميائية في إحداث ظاهرة إيقاف إنتاج البيض

١ - ذكر LaBrecque و Gouck عام ١٩٦٤ أن هناك ٢٧ مركباً ، يتبع معظمها المجموعة الألكيلية ، ولها القدرة على منع الوضع في حشرة الذباب المنزلى . وقد وجد أن الأفولات تمنع نمو المبايض في حشرى الدروسوفيليا ، والذباب المنزلى .

٢ - أشار Mitin , Baroody عام ١٩٥٨ إلى وجود ١٥ مركباً مؤثراً على الكفاءة التناسلية للذباب المنزلى ، وأن ٦ مركبات منها تؤدي إلى توقف كامل للكفاءة التناسلية .

٣ - أظهرت الأبحاث التى أجراها حسين وعبد المجيد عام ١٩٧٢ أن لمادة النيبا ، والميثوتيبا تأثيراً على عدد البيض التى تضعه فراشة دودة ورق القطن . وكان لمادة النيبا تأثير واضح في انخفاض عدد البيض تليها مادة الميتا ، ثم الميثوتيبا . كما أن زيادة التركيز كانت مصحوبة بانخفاض في عدد البيض الموضوع ، ونسبة الفقس ، ومعدل امتصاص البيض في مبايض الأنثى .

• ورغم أن انخفاض إنتاج البيض يظهر في المركبات الألكيلية المسببة للطفرات الميتة السائدة ، إلا أن هناك مركبات أخرى غير المسببة للطفرات تؤدي إلى نقص إنتاج البيض . لذا .. فإن المعقمات الكيميائية المسببة لانخفاض الكفاءة التناسلية تتسلى جميعها في تأثيرها النهائي رغم اختلافها في طريقة فعلها .

قد يحدث انخفاض للكفاءة التناسلية نتيجة تعرض خلايا أمهات البيض *Oogonia* لأضرار بالغة . وقد وجد أن للكيميائيات المسببة للطفرات القدرة على موت الخلايا ، ومنع الانقسام الخلوى . ويرجع توقف إنتاج البيض إلى موت الخلايا الأمية ، وهذه تشابه حالة *Aspermia* في الذكور ، والتي ترجع إلى موت خلايا الأسبرماتوجنيا (أمهات المني) . ويلاحظ في يرقات معظم أنواع الحشرات وجود الخلايا الجرثومية فقط . وعليه .. فمعاملتها بالمعقم الكيميائى قد تؤدي إلى موت هذه الخلايا ، وتمنع بالتالى تكوين الجامينات . وقد لامحوت هذه الخلايا في أحيان أخرى نتيجة المعاملة ، وعليه .. فإن توقف إنتاج البيض قد يرجع إلى عوامل أخرى . وقد قام Rai عام ١٩٦٤ بتربية يرقات بعوض *Aedes aegypti* ، في ماء يحتوى على ١٥ جزء في المليون من الأفولات . وقد بدأت التربية ليرقات عمرها يومين حتى التعذر . وأظهرت هذه الدراسة انقسام الخلايا الجرثومية ، بالإضافة إلى تحلل الخلايا الخوصلية . وعند معاملة نفس المعقم على يرقات بعوض *Culex pipiens* ، نتجت أضرار بالغة للمنطقة الجرثومية ، بالإضافة إلى نقص حجم المبايض ، كما تحللت الخلايا الجرثومية في مبايض الذباب المنزلى المعامل بمادة الثيوتيا .

وتعامل الحشرات عادة إما في طور العذراء ، أو الحشرة الكاملة وذلك عند احتواء الأنابيب المبيضية على كل من الخلايا الجرثومية *Gonial cells* ، والبويضات ، والخلايا المغذية . وقد أظهرت الدراسات الخاصة بالتعقيم الإشعاعى أن الجرعات الصغيرة كافية لمنع إنتاج البيض ، وذلك إذا تمت المعاملة أثناء قمة العمليات الانقسامية للخلايا المغذية . أما إذا تمت المعاملة بعد ذلك ، ولو بجرعات كبيرة ، فقد يبدو البيض بمظهر عادى .

أثر توقيت المعاملة على الكفاءة التناسلية

١ - عوملت إناث الديدان الحلزونية قميًا بمركب *Benzo quinone* ، فعوملت مجموعة عمرها (صفر — ٤ ساعات) ، وعوملت مجموعة أخرى عمرها ٢٤ ساعة . ثم تم تشرىخ الإناث بعد ٤ أيام من خروجها . وأظهرت نتائج التشرىخ احتواء الإناث غير المعاملة على بيضة تامة النضج ، واحتواء البويضات كذلك على خلايا مغذية . بينما تأخر نمو البويضات في الإناث المعاملة بعد ٢٤ ساعة من خروجها . أما الإناث المعاملة في عمر (صفر — ٤ ساعات) لم تنجح في تكوين البيض . (جدول ٨ - ٦) .

٢ - عند معاملة إناث بعوض الاليدس بمادة الميثوتيا لوحظ عدم إتمام عمليات تكوين البويضات ، وذلك عند إجراء المعاملة بعد فترة قصيرة من خروج الحشرة الكاملة ، بينما تتم عمليات تكوين البيض بصورة طبيعية إذا تمت المعاملة بعد ٢٤ ساعة من خروج الحشرة الكاملة .

٣ - يمكن القول باعتبار وقت المعاملة العامل المحدد الذى يتحكم فى مدى تأثير المعقمات الكيميائية على الكفاءة التناسلية . ولإظهار التأثير يلزم أن تتم المعاملة فى المرحلة الحساسة من حياة الحشرة (أثناء انقسامات كروموسومات الخلايا المغذية) . بمعنى أنه إذا تم نضج البيض قبل خروج الحشرة الكاملة ، ثم عولمت بالمعقم ، لنجحت الحشرة فى وضع البيض الذى تم نضجه بكفاءة طبيعية ، بينما قد يتأثر البيض الذى لم يتم نضجه فى مرحلة تالية . أما إذا كان نضج البيض بعد خروج الحشرة الكاملة ، فإن المعاملة أثناء الفترة الحساسة ، أو قبلها تظهر تأثيراً عالياً ، بينما لا تظهر المعاملة بعد الفترة الحساسة أى تأثير . ويوضح الجدول (٨ - ٦) ذلك .

جدول (٨-٦) : تأثير بعض المعقمات الكيميائية على الكفاءة التناسلية ، وحيوية البيض ، ومعدل انحصاص البيض فى مبيض الأنثى (المعاملة قميًا ليرقات العمر الرابع بتركيز ٨٪)

المعقم الكيميائي	عدد البيض الموضوع	عدد البيض المفقس	نسبة الملاحظة للصحة	نسبة العقم نسبة عدد البيض في مبيض الأنثى وقت الخروج	عدد البيض في مبيض الأنثى بعد الموت	نسبة انتصاص البيض	
الهما	٧٧١,٣	٦٧,٧	٨,٨	٩١,٢	٩٠,٧	٤٦٢,٦	٧٩,٩
الهما	٨٦٨,٩	١٨٠,١	٢٠,٧	٧٩,٣	٧٨,١	٤٨٩٤,٥	٧٧,٧
الميثوتيا	١٣٩١,١	٤٨٤,١	٣٤,٨	٦٥,٢	٦٣,٢	٤٥٠٤,٤	٦٢,١
مقارنة	٢٧٠٣,٢	٩٤,٦	٢٥٥٧,٤	٥,٤	—	٤٦٢,٤	٢٢,٠

٤ - فى دراسة أخرى أجراها عبد المجيد ، وزيدان عام (١٩٧٣) باستخدام مركب الميثوتيا ضد يرقات العمر الثالث لدودة اللوز الشوكية .. اتضح تأثير مركب الميثوتيا على عدد البيض الموجود بمبيض إناث الفراشات وقت الخروج مباشرة ، وكذا تأثير المركب على خفض الكفاءة التناسلية ، وخصوبة البيض الموضوع . ويوضح الجدول التالى (٨-٧) أهم النتائج المتحصل عليها فى هذه الدراسة .

Antimetabolites

(ب) مضادات التمثيل

من المحتمل أن تتأثر مضادات التمثيل كروموسومات الخلايا المغذية ، حيث يعمل المركب المضاد لفعل حمض الفوليك Folic acid antagonist على وقف نشاط إنزيمات حمض الفوليك اللازمة لتخليق الأحماض النووية ، ويؤدى هذا إلى حدوث اضطرابات فى الانقسامات الخلوية . ويتم تخليق الأحماض النووية بسرعة فى الخلايا المغذية لإنات الدروسوفلا حديثة الخروج . ويمكن منع تضاعف الحمض النووى DNA فى أنوية الخلايا المغذية ، وذلك عند تغذية الإناث على بيئة تحتوى على Amino uracil ، pterin . كما تتأخر عمليات ترسيب المح فى الذباب المعامل بمضادات التمثيل .

جدول (٧-٨) : تأثير معقم الميغوتيا على القدرة التناسلية لدودة اللوز الشوكية (المعاملة عن طريق تغذية يرقات العمر الثالث على قرون بامية مغمورة في المعقم) .

التركيز %	عدد البيض في مبيض الأنثى وقت الخروج	عدد البيض الموضوع	عدد البيض الفاقس	نسبة الفقس (%)	نسبة الفقس (%)	الملاحظة	المصححة
١٢٥	٤٣١,٨	١٩٨,٨	١٥٣,٤	٧٩,٦	٢٠,٤		١٥,٧
٢٥٠	٤٠٢,٦	١٨٧,٤	١١٣,—	٦٠,٣	٣٩,٧		٣٦,١
٥٠٠	٣٩٧,٤	١٦١,٦	٧٦,٢	٤٧,١	٥٢,٩		٥٠,١
مقارنة	٤٢٦,—	٢٢٩,٤	٢١٦,٦	٩٤,٤	٥,٦		—

Miscellaneous

(ج) المتنوعات

أظهرت بعض المتنوعات قدرتها على خفض الكفاءة التناسلية ، وذلك بالرغم من أن طريقة فعلها لم تنزل مجهولة :

١ - أظهرت بعض المبيدات الفوسفورية تأثيرًا واضحًا على انخفاض الكفاءة التناسلية لدودة ورق القطن ، خاصة السيولين . كما انخفضت أعداد البويضات بالأنابيب المبيضية نتيجة المعاملة .

٢ - لوحظ انخفاض الكفاءة التناسلية للذباب المنزلي مع الجرعات تحت المميتة للـ (د . د . ت) المقدم مع الغداء .

٣ - عند تغذية إناث البراكون على الكولشيسين .. انخفضت الكفاءة التناسلية في النصف الأول من حياة الحشرات .

Inability to mate

عدم القدرة على التزاوج

أثبتت حالات كثيرة أن للإشعاع والمعقمات الكيميائية تأثيرًا واضحًا على قدرة الحشرات في التزاوج ، بجانب إحداث العقم ، ومنها :

١ - عند تعريض ذكور حشرة بقعة الرودينيس للإشعاع ظهر أن التعقيم في بعض معاملات العبور يرجع إلى عدم قدرة الإناث على وضع البيض ، بالرغم من أن الإناث لم تتعرض للإشعاع ، ذلك بسبب فشل الذكور في الجماع .

٢ - أظهرت الدراسات التي قام بها حسين ، وعبد المجيد عام ١٩٧١ أن مادة التيبا منعت التزاوج الثاني في حشرة دودة ورق القطن عند معاملة قميًا في العمر الرابع اليرق .

سادساً : الاعتبار المؤثرة على نجاح التطبيق الحقل

Considerations affecting the succes of fiels trials

هناك بعض الاعتبارات التي تجب مراعاتها عند محاولة إجراء التطبيق الحقل للتعميم بالكيميائيات أو الإشعاع ، وهي :

١ - الطريقة العملية لإحداث العقم Practical method of inducing sterility

يلزم أن تكون هناك دراسات كثيرة لتحديد أنسب جرعة ، وأنسب طور لإحداث العقم ، والسلوك التزاوجي ، والمنافسة التزاوجية ، وفترة حياة الحشرة . ولأشك أن استخدام جرعة تحث ١٠٠٪ طفرات مميتة سائلة في الحيوانات المنوية يحث من الأخطاء الشائعة التي يجب تلافيها ؛ وذلك لأن ميل المنحني يتجه للشكل الأفقي في التركيزات العالية ؛ أى أن الزيادة العالية في الجرعة تؤدي إلى حدوث تأثير ضعيف . وغالبًا ما تكون هذه الجرعات مصحوبة بتأثيرات ضارة على نسبة خروج الحشرة الكاملة ، والمنافسة التزاوجية ، وفترة حياة الحشرة الكاملة . وتعتبر نسبة ٩٨٪ طفرات مميتة سائلة للحيوانات المنوية مستوى مقبولاً للتعميم ، وخاصة إذا لم تكن هناك خطورة من استعادة خصوبة الذكور المعاملة .

٢ - معلومات عن عناصر العقم Knowledge of the components of sterility

يجب أن يحدد عمر طور العذراء ، أو طور الحشرة الكاملة المعرضة للإشعاع أو المعقمة الكيميائية بدقة بالغة ؛ وذلك بسبب التغير في الحساسية سواء للإشعاع أو الكيميائيات نتيجة لاختلاف العمر . وقد يرجع فشل الاختبارات العملية لتعميم حشرة « تسي تسي » إلى عدم معرفة عمر العذارى على وجه التحديد . فعند تعريض العذارى حديثة التكوين تنخفض نسبة خروج الحشرة الكاملة ، كما تنخفض نسبة حياة الذكور ؛ مما يؤدي إلى البحث عن طريقة مناسبة لتربية أعداد كبيرة من الحشرات . وقد وجد Riemann & Flint عام ١٩٦٧ أن التعريض للإشعاع قد يسبب أضرارًا جانبية لسوسة اللوز ؛ إذ أن للخلايا الطلائية للمعدة حساسية شديدة للإشعاع ، ويكون الموت عادة مصحوبًا بموت هذه الخلايا .

كما تجب معرفة نوع العقم ، أهو بسبب الطفرات المميتة السائلة ، أم بسبب محمول الحيوانات المنوية ، أم نتيجة لتوقف إنتاج الحيوانات المنوية . ولابد من دراسة اختبارات المنافسة التزاوجية بنسب مختلفة لكل من الذكور العقيمة والعادية . كما تجب معرفة عدد مرات التزاوج التي يمكن للذكر العقيم أن يجربها مع استمرار قدرته على نقل الحيوانات المنوية .

يجب البحث عن طريقة اقتصادية لتربية أعداد كبيرة من الحشرات عند إجراء التطبيق العمل في الطبيعة . وهناك صعوبات كثيرة تواجه التربية المعملية لإنتاج أعداد كبيرة من الحشرات منها :

(أ) يجب تحديد أفضلية كل من الغذاء الطبيعي Natural food ، والغذاء الصناعي Artificial diet . وقد ظهرت هذه المشكلة عند تنفيذ برنامج مكافحة الديدان الحلزونية .

(ب) تجب معرفة المزيد من عادات الحشرة في التغذية ، حتى يمكن تقدير الاحتياجات الغذائية اللازمة لإنتاج أعداد كبيرة من الحشرات القوية النشيطة بأقل قدر من التكاليف .

(ج) يلزم أن يكون معظم الأدوات والإمكانات من النوع الميكانيكي ، وذلك لتقليل الأيدي العاملة حتى يمكن خفض التكاليف . ومن المهم أن يقلل العنصر الانساني أثناء التعقيم حتى لا تؤثر المعاملة اليدوية على كفاءة الحشرة ، وارتفاع نسبة الموت .

٤ - معلومات كافية عن أعداد الحشرات في الطبيعة

Quantitative information on natural population

تشمل هذه المعلومات عدة نقاط في غاية الأهمية ، هي :

(أ) تلزم معرفة بيولوجى الحشرة في الطبيعة . فمثلا .. يجب تحديد سلوك الحشرات العقيمة من حيث (الكفاءة التناسلية — المنافسة التزاوجية — مدى الطيران — فترة حياة الحشرة الكاملة) مع مقارنتها بمثلتها في الطبيعة .

(ب) تقدير حجم الأعداد الطبيعية ، وذلك لتحديد أعداد الحشرات اللازمة تعقيمها لنجاح المكافحة . وهناك بعض الأنواع التي تزداد أعدادها في الطبيعة بمعدلات عالية تحت ظروف معينة ، ومن الممكن أن تدمر هذه الأنواع تجارب النشر والإطلاق تماماً .

(ج) هناك بعض الاعتقادات التي تشير إلى أن طريقة تعقيم الذكور تصلح فقط في الحشرات وحيدة التزاوج Monogamous ، وهذا غير صحيح لأن العقم الناتج من فعل الطفرة الميتة السائدة ينتج أيضاً في الحشرات عديدة التزاوج Polygamous .

Other considerations

٥ - بعض الاعتبارات الأخرى

يجب أن أن تتاح الطرق العملية الأخرى ، حتى تعمل على الإقلال من أعداد الحشرات في الطبيعة إلى المستوى الذى يجهد لنجاح الإطلاق . وقد ذكر نيلنج أن طريقة تعقيم الذكور تكون أكثر فاعلية عندما تقل أعداد الحشرات في الطبيعة ، نتيجة لاستخدام المبيدات الحشرية ، وعندما تصل إلى حد

القضاء على أعداد الحشرات في الطبيعة ، فلا بد أن تتم بعض الإجراءات الهامة منعاً لتجدد الإصابة من مصادر خارجية ، وهى :

- (أ) استمرار عمليات الإطلاق في فترات محدودة .
- (ب) عمل مناطق كحواجز .
- (ج) عمل حجر داخل لمنع دخول الحشرات إلى المناطق الخالية من الإصابة .
- (د) استمرار عمليات التربية لتكون معدة لعمليات الإطلاق في أى وقت .

وتلزم دراسة التكاليف المادية لبرامج الإطلاق من ناحية التربية ، والتعقيم ، والإطلاق ، والتقييم ، وتكاليف المحافظة على المنطقة (مجال المكافحة) لمنع عودة الإصابة مرة أخرى . عموماً .. لا يمكن تطبيق التعقيم بالإشعاع على جميع الحشرات الاقتصادية ، فقد يكون استخدام المعقمات الكيميائية من المفيد . وقد ذكر نيلنج عام ١٩٦٤ أنه يجب ألا تسبب عملية تعقيم الحشرات وإطلاقها أى فقد في المحصول ، أو أى تأثير على الإنسان . إن طريقة التعقيم بالإشعاع باهظة التكاليف ، فقد يرجع استخدام المعقمات الكيميائية في أحيان كثيرة .

مشروع مصر — مد لمكافحة ذبابة الفاكهة البحر الأبيض المتوسط

تبت وزارة الزراعة هذا المشروع بغرض مكافحة ذبابة الفاكهة بالتعاون مع الوكالة الدولية للطاقة الذرية ، ومنظمة الأغذية والزراعة . وقد أظهرت دراسات الجدوى الاقتصادية لهذا المشروع بأن قيمة الزيادة السنوية الناتجة من تنفيذ هذا المشروع هو ٥٢,٥ مليون جنيه ، وهى تمثل قيمة الفقد في محاصيل الفاكهة المختلفة ؛ نتيجة للإصابة بذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط طوال العام . وقد بدأ قيام المشروع عام ١٩٨٣ ، ثم بدأت أولى مراحل التنفيذ للأنشطة الحقلية في أغسطس ١٩٨٤ ، على أن يستمر قيام المشروع حتى ٢٠٠١ . وقد قسمت مدة قيام المشروع إلى مرحلتين :

- (أ) مرحلة تنفيذ برنامج القضاء على الحشرة ، وتنتهى في عام ١٩٨٩
- (ب) مرحلة إنتاج الحشرات العقيمة للتصدير ، وتستمر من عام ١٩٩٠ حتى عام ٢٠٢٠ م . وقد قدرت القيمة المضافة من إنتاج محاصيل الفاكهة حتى عام ٢٠٠١ م نتيجة تنفيذ هذا المشروع بمبلغ ٦٢٠ مليون جنيه وفقاً لبرنامج المكافحة المتكاملة التالى :

١ - الاستخدام الجزئى للظوم السامة في المناطق العالية الإصابة لخفض الكثافة العددية للحشرة ، وذلك قبل إطلاق الحشرات العقيمة ، حتى تكون نسبة الحشرات العقيمة الموزعة إلى الحشرات الطبيعية عالية بالقدر الذى يقلل فرصة تزاوج الحشرات الطبيعية مع بعضها إلى أدنى حد ممكن .

٢ - تطبيق نظام حجر زراعى داخلى ، وخارجى فعال يمنع انتقال الإصابة إلى المحافظات التى

يجرى فيها تنفيذ عملية الإطلاق . ويحظر في هذا النظام نقل ثمار الفاكهة مع المسافرين ، أما بالنسبة للكميات الكبيرة فيجرى تبخيرها قبل التصريح بنقلها .

٣ - توعية المزارعين بالعمليات الزراعية التي تحد من الكثافة العددية للحشرة وهى :

(أ) منع زراعة البساتين المختلفة لمنع توفير الموائل المناسبة لتتابع نمو أجيال الحشرة على مدار العام .

(ب) فرز الثمار المصابة ، وإعدامها بوضعها في حفر وتغطيتها بطبقة من التراب تزيد عن نصف متر .

(ج) دور الخدمة الجيدة للتربة في موت نسبة كبيرة من العذارى داخل التربة .

٤ - عملية إطلاق الحشرات العقيمة

يجب أن تكون أعداد الحشرات العقيمة التى يجرى إطلاقها من ١٠ - ٣٠ ضعف الكثافة العددية للحشرات الطبيعية في منطقة الإطلاق ، وهذه يتم إطلاقها بطريقتين :

(أ) الإطلاق بواسطة الطائرات ، وتطبق في مناطق تجمع بساتين الفاكهة ، وفيها تنشر عبوات الحشرات العقيمة الكاملة ، مع تمزيق هذه العبوات أثناء الإطلاق .

(ب) الإطلاق الأرضى ، ويطلق في مساحات البساتين الضيقة والحدائق المنزلية . وفيها توزع عبوات الحشرات العقيمة الكاملة يدوياً .

وتصاحب تنفيذ هذا البرنامج عملية حصر يثنى دقيق لتقدير الكثافة العددية للحشرة على مدار العام في جميع مناطق الجمهورية ، وعلى جميع أنواع وأصناف الفاكهة . ويجرى هذا الحصر سواء قبل ، أو أثناء ، أو بعد عملية إطلاق الحشرات العقيمة ، وذلك بطريقتين :

١ - توزيع مصائد ذبابة الفاكهة التى يستعمل فيها جاذب جنسى (مادة التراى ميدلور) توزيعاً إقليمياً على مسافات ١ : ٢ كم كلما أمكن ذلك ، ثم فحص هذه المصائد أسبوعياً على مدار العام ، مع وضع نظام تسجيل لمواقع المصائد ونتائجها يضمن دقة نتائج عملية الحصر ، وتسلسلها بين مستويات العمل المختلفة .

٢ - فحص عينات الثمار من الأنواع المختلفة على مدار العام ، وتقدير نسبة إصابتها في جميع أنحاء الجمهورية .

ويصير للمشروع برنامج صحة جديدة للأسباب الآتية

١ - يمكن إنجاز هدفه في فترة زمنية قصيرة (٥ سنوات) ، ثم يستمر في تحقيق نتائجه في فترة زمنية طويلة .

٢ - تحقق استثمارات هذا المشروع عائداً سنوياً بنسبة ٧٠٪ ، ويعنى هذا أنه بنهاية مدة قيام المشروع في عام ٢٠٠١ م يكون عائده مساوياً ١٦ ضعف قيمته الاستثمارية .

٣ - يبقى معمل محمول ذاتياً لمصر بعد انتهاء مرحلة القضاء على الحشرة ، يقوم بإنتاج الحشرات العقيمة ، ويحقق فائض أرباح نتيجة تصدير الحشرات العقيمة ، ويبيع مخلفات المادة الغذائية المستعملة في تربية أطوار الحشرة لأغراض تغذية الحيوان والدواجن .

٤ - قيام الدول المجاورة بالمنطقة بتنفيذ برامج مرتبطة بهذا العمل على الحشرة حيث إنها تستورد إنتاجه من الحشرات العقيمة .

٥ - للمشروع دور فعال في مجال التعاون الفني بين الدول النامية بالمنطقة ، حيث يتقرر حضور العاملين في تنفيذ البرامج المشابهة بالدول المجاورة للتدريب في المشروع المصرى .

عوامل نجاح المشروع في مصر

سبق تنفيذ أسلوب الحشرات العقيمة بنجاح في بعض المقاطعات بكاليفورنيا ، وهاواي بالولايات المتحدة والمكسيك . وقد خطط لهذا المشروع على أن يطبق في مصر بأكملها لتوافر عوامل النجاح ، وهي :

١ - كون المناطق الزراعية في مصر محاطة من جميع النواحي بصحارى شاسعة ، وعاطة بالبحرين : المتوسط ، والأحمر ، مما يضمن حصر منطقة تنفيذ المشروع ، والتحكم في أسباب إعادة حدوث الإصابة مع تنفيذ نظام حجر زراعى جيد .

٢ - لا توجد في مصر عوائل برية للحشرة غير محصورة .

٣ - وجود محصلة كافية من الأبحاث العلمية في مصر عن سلوك الحشرة ، والظروف البيئية لتكاثرها ، والتطبيقات العلمية لاستعمال الإشعاع في التعقيم ، مع وجود مجموعة مدربة من الباحثين في هذا المجال .

٤ - ملائمة الظروف الطبوغرافية ، وعوامل المناخ على مدار العام تقريباً لتنفيذ برنامج المشروع . ولكن لم يكتب لهذا المشروع الاستمرار ، لعدم وجود الدراسات الكافية في هذا الصدد .

والسؤال المطروح في الوقت الراهن ، خاصة بعد التلوث الإشعاعي الذى حدث في العديد من البيئات بعد انفجار المفاعل النووى في مدينة « تشيرنوبيل » بالاتحاد السوفيتى : ما هو موقف الآفات المختلفة سواء فيما يتعلق بالاعتدال الحيوى (التناسل) والبقاء ، وكذلك فيما يتعلق بحساسيتها لفعل السموم المستخدمة فعلاً لمكافحةها ؟ بالإضافة إلى احتمال تكوين سلالات طفرية ذات سلوك

وخصائص غريبة عن السلالات السائدة قبل التلوث الإشعاعي . ويشير حصر أهم نتائج الدراسات العملية عن علاقة الإشعاع بالحشرات إلى أن حشرات الذباب المنزلى الناتجة من عذارى مشعّة بأشعة إكس كانت أقلّ تحملاً لفعل مييد الـ (د.د.ت) ، خاصة مع الجرعات العالية من الإشعاع (Varzandeh & Moss عام ١٩٦٣) . كما أوضح الباحثان Vashkov & Poleshchuk عام ١٩٦٦ زيادة حساسية الإناث غير البالغة من الذباب لك (د.د.ت) وسادس كلورور البنزين ، والترايكلوروفون من جراء التعرض لأشعة إكس . كما وجد Gueothner & ware عام ١٩٦٧ أن تشعيع عذارى الذباب زاد من سمية مييد الهبتاكلور ضد الذكور ، والإناث الناتجة . كما أنقص التشعيع من سمية مييد التيميك على الذكور ، بينما لم يؤثر على الإناث . وعلى النقيض من ذلك .. وجد Keiser & Schneider عام ١٩٦٨ زيادة مقاومة ذبابة البطيخ لفعل الـ (د.د.ت) ، وحدث نفس الشيء مع ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط عندما تعرضت العذارى للتشعيع بجرعة مقدارها ١٠ كيلوراد من أشعة جاما . ولقد وجد الباحثان Ruch & ware عام ١٩٦٩ زيادة حساسية حشرات دودة اللوز القرنفلية لمبيد أزينوفوس مثبّال ، نتيجة لتعرض العذارى لأشعة جاما ، بينما لم يؤد هذا التعريض لحدوث أية تغيرات في حساسية الحشرات لفعل الـ (د.د.ت) أو الكارباميل .

ومن أوائل الدراسات التي أجريت عن الفعل المشترك للمعاملة بالمبيدات ، والإشعاع تلك التي أجريت بواسطة Gogburn & Speirs عام ١٩٧٢ على خنفساء الدقيق ، حيث شجعت الحشرات قبل المعاملة الكيميائية . ولقد ثبت أن جرعة ٥ كيلوراد لم تحدث أى قتل عندما استخدمت لوحدها ، إلا أنها أعطت حماية للحشرات ضد الملاثيون . وعندما زادت الجرعة الإشعاعية إلى ١٠ كيلوراد ، زادت سمية الملاثيون ؛ حيث سببت الجرعة ٠,٥ ميكروجرام / حشرة نسبة موت لا بأس بها . ومن أكثر ما أوضحته الدراسة هو أن المعاملة المشتركة أحدثت موتاً مبكراً ، عنه في حالة الإشعاع منفرداً .

ولقد أظهرت نتائج الدراسة التي قام بها Bhutia & Sethi عام ١٩٧٩ عن المعاملة المشتركة للإشعاع والمبيدات ضد خنافس الدقيق المقاومة ، أن المعاملة الإشعاعية المسبقة بجرعة ١٠ كيلوراد من أشعة جاما لم تؤثر على استجابة هذه الحشرات لمبيدات اللندين ، والـ (د.د.ت) ، والملاثيون . ولقد وجد نفس الباحثين عام ١٩٨٠ أن المعاملة بالإشعاع قبل ، أو بعد المعاملة الكيميائية على نفس الحشرة من السلالات الحساسة أدت إلى نقص كفاءة مبيدات اللندين ، والـ (د.د.ت) ، كما أن الإشعاع منع موت الحشرات بصرف النظر عن وقت إجرائها بالنسبة للمعاملة الكيميائية . ولقد وجدت « الشال » عام ١٩٨٣ أن أشعة جاما زادت من حساسية دودة ورق القطن لمبيد المورسبان ، بينما أنقصت حساسيتها لمبيد الميثوميل . كما وجدت نفس الباحثة أن تشعيع ذكور عذارى الحشرة أنقص حساسية اليرقات الناتجة في الجيل الأول لفعل الميثوميل ، وكان النقص يزداد بزيادة جرعة الإشعاع ، بينما ازادت حساسية اليرقات لمبيدات المورسبان والسوميسيدين من جراء التشعيع بأشعة جاما .

ومن أحدث الدراسات تلك التي أجريت بكلية العلوم جامعة عين شمس عام ١٩٨٦ بواسطة ن. ناهد وآخرين ، والتي اتضح منها أن تشيع عذارى دودة ورق القطن أدى إلى زيادة نسبة استجابة الرقات والفراشات لفعل مبيدات الميثوميل ، والبيريديثيون ، والفيتروثيون . وكانت الفراشات الناتجة من العذارى المشعة أكثر استجابة للمبيدات من يرقات الجيل الأول ، كما زادت حساسية إناث الفراشات المشعة للمبيدات بنسبة أكبر من الذكور المشعة ، وكذلك كانت الرقات الناتجة من تزاوج الإناث المشعة مع ذكور غير مشعة أكثر حساسية من الرقات التي نتجت من التزاوجات الأخرى . وأوضحت نفس الدراسة أيضًا حدوث تأثير متفاوت لمعاملات التشيع على نشاط إنزيم الكولين إسترزيز تبعًا لطور الحشرة المعرض ، وكذلك جنس الفراشات ، كما توقفت التأثيرات على طبيعة تركيب الوسيط الكيميائي ، ومستوى تركيزاته . ومن المدهش أن نوع الإنزيم لم يتأثر باستخدام المبيدات الفوسفورية ، أو بالتعرض لأشعة جاما .

ويجب أن نقرر حقيقة علمية هامة تتصل بالارتباط الموجب بين جرعة الإشعاع ، والتأثيرات البيولوجية على الحشرات ، وغيرها من الآفات . وهذه الحقيقة تثير العديد من التساؤلات ، والتي يجب أن نحاول وبجدية الحصول على إجابات محددة واضحة .. وعلى سبيل المثال :

١ - درجة توزيع التلوث الإشعاعي في المساحة التي تجري عليها عمليات مكافحة الكيماويات (على مستوى الدولة أو المحافظة — المركز — القرية .. إلخ) ، لمعرفة تجانس التلوث ، أو تفاوت درجاته بهدف تحديد الجرعات الفعالة ، أو غير الفعالة الموجودة في البيئة . ويؤدي هذا لإمكانية التنبؤ بمستوى استجابة الآفات الضارة ، وكذلك الأعداء الطبيعية لها (طفيليات — مفترسات) .

٢ - دراسة تأثير التلوث الإشعاعي على عادات وسلوك الآفات الضارة ، والحشرات ، والكائنات الحية الأخرى النافعة ، والتي تعيش معها في نفس البيئة . وفي هذا المجال .. نركز على انعكاس التلوث على الكفاءة التناسلية ، والانتشار البقائي ، واحتمالات إصابة عوائل جديدة .

٣ - تحديد العلاقة بين التلوث الإشعاعي ، ودرجته ، والتوازن الموجود بين الآفات المختلفة ، ومعرفة ما إذا كانت هناك احتمالات لحدوث خلل في هذا التوازن ؟ مما يؤدي لظهور آفات لم تكن تمثل أية خطورة في الماضي .

٤ - هل هناك علاقة بين الإشعاع ، وحساسية العوائل النباتية للإصابة بالآفات الضارة ، وأثر ذلك على الإنتاجية .

٥ - لابد من إلقاء الضوء على أثر التلوث الإشعاعي على مكونات البيئة الزراعية : نبات — تربة — مياه رى ... وغيرها . كما يجب تحديد احتمالات وصول هذه التأثيرات لحد الخطر .

٦ - إلقاء الضوء على مدى تجمع الإشعاع ، أو تراكمه في مكونات البيئة الزراعية ، على أن يشمل ذلك : الانسان ، وحيوانات اللحم ، والدواجن . ولم يزل التراكم الإشعاعي داخل أجسام الكائنات الحية محل جدل كبير بين علماء السموم والبيئة .

٧ - التأثير المشترك للإشعاع والمبيدات على الآفات الضارة بفرض الإجابة على السؤال المطروح ، والمتعلق بتأثير التلوث الإشعاعي على كفاءة وفعالية المبيدات المستخدمة فعلاً ضد الآفات المستهدفة . وهل هناك احتمالات أن يغير الإشعاع من كيميائية إحداث التأثير السام للمبيدات ؟

٨ - لابد من تحديد إمكانية انتقال الإشعاع من الكائنات الدنيا إلى الراقية ، وذلك لمعرفة احتمالات حدوث تضخيم الضرر ، أو مستوى الإشعاع في الانسان والحيوان من خلال الارتباط البقائي لتقنوات السلسلة الغذائية .

٩ - تحديد إمكانية اكتساب الآفات الضارة لظاهرة المقاومة للإشعاع ، وكذلك دراسة احتمالات تأثير التلوث الإشعاعي على ظاهرة المقاومة الموجودة فعلاً لبعض المبيدات .

١ - إيجاد وسائل بسيطة لتقليل الضرر المحتمل من جراء تلوث البيئة بالإشعاع ، والمبيدات ، وغيرها من السموم حتى ولو كان هذا الضرر ضئيلاً .

ويوضح جدول (٨-٨) استجابة الحشرات الكاملة من دودة ورق القطن ، ويرقات الجيل الأول الناتجة من عذارى سبق تعريضها بالإشعاع لبعض المبيدات ، كما يوضح انخفاض النشاط الإنزيمي الكولين إستريز .

يتضح من هذا الجدول أن تعريض عذارى هذه الحشرة للإشعاع أدى إلى إنتاج يرقات ذات حساسية عالية لفعل المبيدات الحشرية . وقد اختلفت درجة الحساسية تبعاً لطبيعة التزاوج بين الحشرات الكاملة ، كما يتضح كذلك أن التعريض للأشعة أعطى أطواراً ذات نشاط منخفض لإنزيم الكولين إستريز ، عن الحشرات العادية ، وحدث ذلك في اليرقات الناتجة من جميع التزاوجات ، وكذلك في الإناث الناتجة من العذارى المشعة ولم يحدث تغير في الذكور (حدث تنشيط كبير وصل إلى أكثر قليلاً من ضعف النشاط في الإناث الناتجة من عذارى غير مشعة) .

ويجب المؤلفان بالإخوة الباحثين في مجالات الإشعاع ، والبيئة ، والسموم ، والحشرات أن يتكاتفوا ويعملوا من خلال خطة بحث قومية لتحديد الموقف في مصر ، والإجابة عن التساؤلات التي حولنا بقدر المستطاع إيرازها .

جدول (٨-٨) : استجابة الحشرات الكاملة من دودة القطن وبقات الجمل الأول الفاتحات من غذاري سبق
لصيدها بالأشجاع لبعض المبيدات ، والخفض في نشاط إنزيم الكولين إستريز .

الجرعة الصلبة القنطرة ج ق ٥٠ مبيدات				الأطوار المعاملة بعد التعريض للإشعاع
نشاط إنزيم			(جزء في المليون)	
الكولين	سوميثيون	أوفيوناك	لايت	
إستريز				
	٣٦,٣٢	١١,٣	٢,٦٩	يرقات ناتجة من غذارى غير مشععة
٤٠,٣٢	٧,٨٢	١,٢	٠,٢٠	يرقات من إناث مشععة ، وذكور عادية
٣٣,٥٥	٢٨,٠٨	٧,١	٠,٨٥	يرقات من إناث عادية ، وذكور مشععة
٨٣,٨٧	٨,٠٥	١,٦٣	٠,٤٢	يرقات من إناث وذكور مشععة
	٢٢,٩٢	٦,٧٩	٠,٤٣	إناث من غذارى عادية
٣٤,٦٩	٣,٨٩	٠,٢٦	٠,١٤	إناث من غذارى مشععة
	٣٧,٠٠	١٣,٢٤	٠,٣٨	ذكور من غذارى عادية
١٠٤,٩٦(+)	١١,١٤	٠,٥١	٠,٢٥	ذكور من غذارى مشععة

الفصل التاسع

المكافحة السلوكية بالكميائيات

أولاً : مقدمة

ثانياً : طبيعة الفورمونات

ثالثاً : توجيه الحشرات إلى مصدر الفورمون

رابعاً : نماذج لبعض الفورمونات الجنسية

خامساً : استخدامات فورمونات الجنس في مكافحة الآفات الحشرية

الفصل التاسع

المكافحة السلوكية بالكيماويات

Chemical behaviour insect control

أولاً : مقدمة

تعنى المكافحة السلوكية استخدام الكيماويات التى تعمل على جذب الحشرة إلى جهة معينة ، بحيث يؤدى ذلك إلى القضاء عليها . وقد يحدث أثناء ذلك خلل فى النشاط الجنسي أو انحراف أحد الجنسين بعيداً عن الجنس الآخر أثناء الشروع فى التزاوج ، أو قد يحدث اضطراب فى توجيه الحشرة لمسارها الطبيعي .

ومن المصطلحات التى جددت فى هذا الميدان ما يعرف بالبيئة الكيماوية ، وهى تعنى الكيماء وعلاقتها بطرق الاتصال بين الكائنات الحية فى الطبيعة .

ويختص علم البيئة الكيماوية بتداخلات الكائنات الحية مع ما يحيط بها من خلال ما تنتجه أو تستقبله من كيماويات . وحينما يتم تبادل الرسائل الكيماوية بين أفراد نفس النوع أو أنواع مختلفة ، يطلق على المواد الناقلة لهذه الرسائل Semiochemicals . وهذا الاصطلاح مشتق من الكلمة اليونانية Semeon ، والتى تعنى علامة أو إشارة . وتنقسم المواد الناقلة للرسائل إلى ثلاثة أقسام هى : الفورمونات Pheromones ، والألومونات Allomones ، والكيرومونات Kairomones . ويطلق على القسمين الآخرين Alleiochemicals . ويمكن أن تعزى ناقلات الرسائل السابقة إلى مركب كيميائى واحد ، أو مخلوط من مواد كيميائية ينتجها الكائن الحى .

Allomones

١ - الألومونات

يعنى المقطع اليونانى Allos + hormon إثارة الآخرين . وقد عرفت على أساس أنها عبارة عن رسائل كيميائية بين الكائنات الحية . تعطىها قدرة على التأقلم ، وغالباً ما تستخدم لأغراض دفاعية ، أى أنها مواد ينتجها كائن حى ، وتؤدى إلى رد فعل فسيولوجى أو سلوكى لكائن حى من نوع آخر . وهى تفيد النوع المصدر للرسالة الكيماوية .

٢ - الكهرومونات

Kairomones

يعنى المقطع اليونانى kairos استفلال أو انتهاز . وهى عبارة عن رسائل كيميائية متخصصة تعطى قدرة التأقلم للكائن إلى المستقبل للرسالة الكيميائية . وتشمل عدداً كبيراً من الجاذبات ، وكذا منبهات الالتهم Phagostimulants ، والتي تساعد المفترسات فى إيجاد الضحية ، وكذا تساعد آكلات النبات فى أن تجد غذاءها النباتى ، أى أنها رسائل كيميائية من كائن حى تفيد كائنًا حياً آخر .

٣ - الفورومونات

Pheromones

فى عام ١٩٥٩ أشار العالم البيوكيميائى الألمانى Peter karlson ، والعالم الحشرى السويسرى Martin Lucher إلى أن اصطلاح الفورمون Pheromone مشتق من المقطع اليونانى Pherein ، ومعناه (حمل) ، والمقطع hormon ، ومعناه (إثارة أو تنبيه) . وعموماً .. فالفورومونات مواد كيميائية تطلق من فرد واحد من نوع ما لإحداث استجابة لسلوك متخصص ، أو تغيرات فسيولوجية لأفراد أخرى من نفس النوع . وقد هاجم العالم Kirschenblatt هذا الاصطلاح ، لأنه لا يعطى معنى دقيقاً للمنشأ الحقيقى ، واستخدم بدلاً منه اصطلاح Telergones ، وهو مشتق من المقطع اليونانى Tele ، ومعناه (من بعيد Afar) ، والمقطع Ergon ، ويعنى الفعل Action . ويندرج ذلك على جميع المواد ذات الطابع البيولوجى النشط ، والتي تفرز من الحيوان إلى البيئة ، حيث تؤثر على الكائنات الحية الأخرى . وهذه المواد ذات إفراز خارجى ، وتختلف بذلك عن الهرمونات التى تفرز داخلياً ، وتؤثر على فسيولوجيا الكائن الحى المفرز للمادة . وعموماً .. يستخدم اصطلاح Pheromone للتعبير عن المواد التى تفرز من الحيوان لتؤثر على سلوك الحيوانات الأخرى من نفس النوع . ويطلق على الفورومونات الشبيهة المصنعة Parapheromones ، كما يطلق على المواد التى تبطل الاستجابة Antipheromones .

وفى السنوات الأخيرة قام العالم wilson بتقسيم الفورومونات إلى قسمين رئيسيين هما :

١ - الفورومونات الفورية

Releaser pheromones

وتأثيرها مباشر على سلوك الحشرة ، وهى عبارة عن مواد تسبب تأثيرات سلوكية فورية للحشرة المستقبلة . وهى أساساً مؤثرات خاصة بالرائحة ، ينحصر تأثيرها على الجهاز العصبى المركزى للحشرات المتأثرة (المستقبلة) .. ومن أمثلتها :

(أ) فورومونات خاصة بتتبع الأثر Trial following pheromones

(ب) فورومونات التحذير Alarm pheromones

(ج) فورومونات النشاط الجنسى (المثيرات الجنسية) Sexual activity pheromones (Aphrodisiacs)

(د) فورمونات التجمع Aggregation pheromones : وتشمل فورمونات التجمع للتزاوج Sex pheromones (Lures) وفورمونات التجمع للتغذية Food Lures وفورمونات وضع البيض Oviposition Lures .

(هـ) فورمونات الانتشار Dispersal pheromones .

Primar pheromones

٢ - الفورمونات الجنسية

وهي فورمونات تسبب تأثيرات فسيولوجية على المدى الطويل للكائن الحى المستقبل . وهي غير هامة في هذه الدراسة .

The nature of pheromones

ثانيًا : طبيعة الفورمونات

الفورمونات عبارة عن مواد تفرز خارج جسم الحيوان ، وحينما تتجه لفرد آخر من نفس النوع تحدث استجابة خاصة لهذا الفرد . وتختص الفورمونات بتنسيق أداء أفراد المشيرة ، وغالبًا ما تكون هامة في السلوك الجنسي ، وكذا تنظيم السلوك في الحشرات الاجتماعية .

وتعبر بعض الفورمونات مثل الجاذبات الجنسية في حرشية الأجنحة مستقبلات خاصة بالشم يتأثر بها الجهاز العصبي المركزي . وتفرز بعض الفورمونات ، مثل تلك التي تسبب النضج في الجراد من خلايا البشرة ، وفي حالات كثيرة توجد غدد مسئولة عن إفراز الفورمونات .

Pheromones as sex attractants

الفورمونات كجاذبات جنسية

تستخدم الفورمونات في الحشرات بغرض إيجاد الجنسين معا للتزاوج . وتعرف هذه الفورمونات بالجاذبات الجنسية Sex attractants ، وهي منتشرة في حشرات حرشية الأجنحة . وقد توجد أيضا في بعض غمدية الأجنحة ، وغشائية الأجنحة ، ومستقيمة الأجنحة ، وبعض رتب الحشرات الأخرى . وفي معظم الحالات نجد أن الفورمونات تفرز بواسطة الإناث لجذب الذكور ، وأحيانا قد تفرز من الذكور لجذب الإناث ، وفي أحيان أخرى قد يجذب كلا الجنسين للرائحة

Pheromones which attract males

(أ) الفورمونات الجاذبة للذكور

غالبًا ما تكون الغدد المنتجة للجاذبات الجنسية في الإناث مابين الحلقات البطنية الأخيرة . وتعمل الحشرات على تنظيم انطلاق الرائحة ، وذلك بتعرض أو تغطية الغدد المفردة للرائحة بواسطة حركات البطن ، أو بواسطة تقلص البطن . وعادة ما تفرز الرائحة في أوقات محددة أثناء اليوم . وهي صفة مميزة للأنواع . وعلى سبيل المثال .. فإن ذكور Lobesia (من حرشية الأجنحة)

تنجذب فقط للإناث ما بين الساعة التاسعة مساءً حتى منتصف الليل ، بينما تنجذب ذكور *Heliopsis* للإناث ما بين الساعة الرابعة صباحاً حتى بداية النهار ، بينما الأنواع ، مثل إناث *Ephesia* تطلق الفورمونات الجنسية في أى وقت .

وعموماً .. فإن الإناث لاتفرز الفورمونات بعد خروج الحشرة الكاملة مباشرة وحتى ٢٤ ساعة من الخروج ، ولكنها تبدأ عملية الإفراز بعد ذلك حتى يتم تلقيحها . وأحياناً يفرز الجاذب الجنسي قبل خروج الأنثى ، وتتجمع ذكور *Megathysa* (من غشائية الأجنحة) على جلوع الأشجار الموجودة بها الإناث انتظاراً لخروجهم من طور العذارى ، كما تنجذب الذكور للإناث رغم خروجها من العائل التى تتعذر فيه . وبعد التزاوج ينخفض معدل الانجذاب في العديد من الأنواع ، ففى فراشة الحرير على سبيل المثال .. والتى تتزاوج مرة واحدة رغم وجود المادة التى يخلق منها الفورمون في خلايا الغدة . وفي بعض الأنواع مثل حشرة *Trichoplusia* ، والتى تتزاوج عدة مرات قد لا ينخفض انطلاق الفورمون بعد التزاوج .

ويتم استقبال الرائحة بواسطة مستقبلات حسية خاصة بالرائحة موجودة في قرون استشعار الذكور ، وعليه .. يلاحظ بشكل واضح أن قرون الاستشعار في ذكور حرشفية الأجنحة ، والتى تنجذب للرائحة تكون من النوع المشطى المضاعف . ويعطى تنبيه أعضاء الحس بقرون الاستشعار بفعل رائحة الإناث فعلاً مثيراً لأعصاب قرن الاستشعار ، حتى مع التركيزات المنخفضة . ويؤدى تأثير الرائحة إلى إثارة الذكور ، كما يشجع التقاء الذكر مع الأنثى . وفي وجود الرائحة يوجه طيران الحشرة مع الريح ، وهذا يساعد على وجود الذكور بالقرب من الإناث . وقد يحدث هذا التجاذب من مسافات بعيدة جداً ، فقد سجل انجذاب ذكور *Actias selene* للإناث من مسافة ١١ كيلو متراً . ومن الصعب التأكد من أن الذكور قد انجذبت للإناث من هذه المسافة ، أو هل حدث الانجذاب حينما كانت الذكور بالقرب من الإناث . وفي ذكور حشرة *Porthetria dispar* تنجذب الذكور للإناث من مسافة ٣,٨ كيلو متراً . وقد أوضح Wilson عام ١٩٦٣ أن فورمون *Gypture* يكون فعالاً على مسافة أكثر من ٤,٥ كيلو متراً عندما تكون سرعة الريح ١٠٠ سم/ ثانية . وتقل المسافة المؤثرة مع سرعة الريح العالية واضطراب الهواء ، ولكن تحت الظروف الطبيعية ، وبفعل العوامل الطبوغرافية ، وحركة الهواء المحلية قد تقل هذه المسافة المحددة نظرياً . ومع التركيزات العالية من الرائحة تصبح الذكور أكثر إثارة ، وتفرد مقابض أعضاء التناسل الخارجية ، وتحاول التزاوج مع مصدر الفورمون .

وتعتبر الجاذبات الجنسية في رتبة حرشفية الأجنحة غير متخصصة بالنسبة للنوع الواحد ، ولكنها تكون متخصصة لمجموعة من الأنواع ، ففى عائلة *Saturniidae* - على سبيل المثال - تستجيب جميع الأنواع بدرجة متساوية للجاذب الجنسي لأحد الأنواع . وهناك مجموعة أجناس متقاربة قد تستجيب كلية للجاذب الجنسي ، ولكن تكون الاستجابة أقل وضوحاً في أجناس أخرى .

ويمكن الوصول إلى درجة التخصص النسبية مع زيادة عدد جزيئات الفورمون ، والذي يسمح ببعض درجات الاختلاف ، حيث تكون الاختلافات محدودة جدًا في الجزيء الصغير . ويلزم أن يتميز الجاذب الجنسي بصفة التطاير ، وينخفض مستوى التطاير مع زيادة وزن الجزيء ، وعليه .. فإن هذا العامل يتعارض مع اتساع مدى التخصص ، وعليه .. فإن حجم جزيء الجاذب الجنسي يمثل توازنًا دقيقًا بين هذه الأسس المتعارضة (مدى التطاير — مدى التخصص) . وقد أمكن عزل الجاذبات الجنسية كيميائيًا في حالات قليلة . ويحتوى الجزيء على ١٠ - ١٧ ذرة كربون ، ويزن الجزيء ما بين ١٨٠ - ٣٠٠ .

(ب) الفورمونات الجاذبة للإناث **Pheromones which attract females**

توجد بعض الحالات القليلة التى تنتج فيها الذكور الجاذبات الجنسية ، مثل : سوس *Anthonomus* ، وحشرة *Harpobittacus* . وفى الحالة الأخيرة بعد أن يمسك الذكر ضحيته ويشرع فى التغذية عليها تمتد وتقبض حوصلتان تقعان ما بين ترجات الحلقات البطنية الأخيرة ، وتطلق منهما الرائحة التى تجذب الإناث حتى يتم الجماع .

(جـ) الفورمونات الجاذبة للجنسين معًا **Pheromones which attract both sexes**

فى بعض الأحيان ينجذب كل من الذكر والأنثى للفورمون ، حيث تنتج أنثى حشرة *Dendroctonus* غير الملقحة رائحة تجذب الذكور والإناث الأخرى ، وبالإضافة إلى ذلك .. فهى تجذب هذه الحشرات للتغذية . ويستمر إفراز الفورمون حتى تتغذى الحشرة على الغذاء المناسب . وتفرز ذكور حشرة *Lycus torques* (من غمدية الأجنحة) رائحة تجذب الحنافس الأخرى ، سواء الذكور أم الإناث . ويؤدى هذا إلى تجمع الحنافس على أزهار الغذاء النباتى *Melilotus* . ويحدث التزاوج أثناء تجمع هذه الحنافس . وتعتبر هذه الحنافس حشرات كريمة ذات لون أصفر ، تعمل الطيور على تجنبها ، وبالتالي يقل معدل تناقص تعداد هذه الحشرات لتدرب المقترسات على تجنبها ، كما تلعب الرائحة دورًا مهمًا فى تكوين أسراب الحشرات ذات البيات الشتوى من عائلة *Coccinellidae* ، حيث يتم التزاوج قبل انتشار الحشرات .

ثالثًا : توجيه الحشرات إلى مصدر الفورمون

Insect orientation to an odor source

ظهر العديد من النظريات فى محاولة لتفسير كيفية توجيه الحشرة إلى مصدر الفورمون :

١ - نظرية التوجيه أو التفاعل مع التيار الهوائى **Positive anemotaxis**

وهى النظرية التى تلقى قبولاً من معظم الباحثين فى هذا المجال . وتشير إلى أن الحشرات تتوجه إلى

مصدر الرائحة ، وهى تتبع التيار الهوائى الذى يحمل الرائحة ، حتى تصل إلى مصدر الرائحة . والتوجيه هنا بفعل التيار الهوائى Positive anemotaxis ، وليس بفعل المادة الكيميائية . ويعمل القورمون على استمرار حفظ التوجيه بفعل التيار الهوائى . وفى غياب المنبه ، أى عندما تفقد الحشرة التيار الهوائى المحمل بالرائحة الخاصة ، فإن الحشرة تفقد هذا التوجيه ، وربما تسيّر فى اتجاه آخر . وتستمر فى الطيران بطريقة المحاولة والخطأ ، حتى تستعيد مسارها الأصل ، وذلك عندما تهتدى إلى تيار الهواء المحمل بالرائحة .

٢ - نظرية انتقال سحب الرائحة فى صورة خيطية

Filamentous nature of the odor cloud

اقترح wright عام ١٩٥٨ أن توجيه الحشرة إلى مصدر الرائحة يعتمد على أن الهواء يعمل سحب رائحة خيطية غير متائلة . وقد أشار إلى أن طيران الحشرة فى الاتجاه الصحيح ناحية مصدر الرائحة يتم من خلال استقبال الحشرة أثناء الطيران لمعلومات حسية فى صورة سلسلة من النبضات الناتجة من مرورها خلال الجزيئات ذات الكثافة العالية ، والتى تتبادل مع الجزيئات ذات الكثافة المنخفضة . وكلما اقتربت الحشرة تجاه مصدر الرائحة تقل الفترة بين النبضات ، وتحفظ الحشرة فى هذه الحالة بخط طيران ثابت . وفى غياب مصدر الرائحة ، أو عندما تطول الفترة بين النبضات تسلك الحشرة فى طيرانها خطأ متعرجاً . وتفترق هذه النظرية إلى التجارب التى تؤيدها .

Infrared Orientation

٣ - نظرية الأشعة تحت الحمراء

هناك العديد من الدراسات التى تفسر توجيه ذكور الفراشات من مسافات بعيدة بغرض التزاوج ، وذلك بفعل الأشعة تحت الحمراء . ولقد بنيت هذه النظرية على أساس أن توجيه الحشرة تجاه مصدر الرائحة لا يمكن أن يتم خلال وسط من جزيئات الرائحة ، وخاصة فى حالة المسافات البعيدة ، وإنما يتم ذلك بتأثير الأشعة تحت الحمراء . وعموماً .. لم تلق هذه النظرية قبولاً .

المسافة الفعالة لتوجيه الحشرة إلى الجاذب الجنسي

Effective distances for orientation to sex pheromone

أظهرت الدراسات على حشرة Gypsy moth أن الذكور تستطيع أن تصل إلى مصدر الجاذب الجنسي من مسافة تقدر بحوالى ١٨٢٠ - ٢٤٢٠ متر مع سرعة رياح ٣٠٠ - ٥٠٠ سم/ثانية ، كما أن هناك بعض الذكور القليلة التى أمكن جمعها من مصائد الجاذبات الجنسية قطعت مسافة حوالى ٢,٣ ميل . وعموماً .. فإن المسافة الفعالة لتوجيه الحشرة إلى الجاذب الجنسي تعتمد على التركيز الخارج لتنبية الذكور ، وكذا معدل إطلاق الإناث للجاذب الجنسي .

Threshold for male stimulation

(أ) التركيز الحرج لتنبيه الذكور

أظهرت الدراسات العملية أن ذكور الحشرات تحتاج لتنبيه نشاطها إلى الحد الحرج المنخفض من التركيز الجزيئي للفورمون ، وأن التركيزات العالية قد تكون هامة أو غير هامة لإحداث التوجيه أو التفاعل مع التيار الهوائي . وقد قام Gaston ، Shorey عام ١٩٦٤ بتشييع أوراق الترشيع بتركيز ١٠ ميكروجرام من إناث حشرة *Cabbage looper* ، ووضع أوراق الترشيع في تيار هوائي ، وسمح للذكور بالمرور على أوراق الترشيع . وكان هذا التركيز قريباً من الحد الحرج للتنبيه . وقد وجد أن نصف عدد الذكور استجاب لهذا المصدر ، وذلك باهتزاز أجنته خلال ٣٠ ثانية . وقد وجد أن معدل انطلاق الفورمون من ورق الترشيع كان حوالى ٨٪ في كل دقيقة خلال الدقائق الأولى التى تلت عملية تشييع أوراق الترشيع . وقد بلغ التركيز الحرج للتنبيه تحت الظروف السابقة حوالى 2×10^{-6} ميكروجرام/ لتر من الهواء .

Female release rate

(ب) معدل إطلاق الإناث للجاذب الجنسي

لم تعرف بعد ميكانيكية تخليق ونقل وإطلاق الجاذب الجنسي في الحشرات ومن الغدد المتخصصة لإفرازه . وقد قام Stein brecht عام ١٩٦٤ بمقارنة معدل إطلاق الجاذب الجنسي من عدد إناث فراشة الحرير الحية مع معدلها من أوراق الترشيع المشبعة بالفورمون المستخلص ؛ ووجد أن معظم الفورمون النشط يلزم أن يوجد على سطح الغدة في صورة جاهزة للانطلاق عند تنبيه الغدة ، كما وجد أن معظم نشاط الجاذب الجنسي يتم إنتاجه من الإناث الحية . وقد وجد نفس العالم أن متوسط ما تحتويه أنثى فراشة دودة الحرير يوم خروجها من العذراء حوالى ١,٥ ميكروجرام . وقد وجد Gaston & Shorey عام ١٩٥٦ أن أنثى *Cabbage looper* الناضجة تحتوى على ١ ميكروجرام من الفورمون (النتيجة محسوبة من المستخلص الإيثري للبطن) ، بينما وجد Berger عام ١٩٦٦ أن نفس الحشرة تحتوى على ٢ ميكروجرام من الفورمون الجنسي (النتيجة محسوبة من الإناث الحية) . ويرجع هذا التعارض إلى :

١ - أن مقوى الفورمون *Pheromone potentiator* قد يفرز من الإناث الحية ، ولكنه لايفرز من المستخلص المشبع في ورق الترشيع .

٢ - قد يحفظ معظم الفورمون في صورة غير نشطة ، ثم يتحول بسرعة إلى الصورة النشطة ليحل محل ما تم فقده من الفورمون .

٣ - بالإضافة إلى الفورمون الجنسي ، فإن ميثبط الذكور قد يوجد في المستخلص الإيثري لنهايات بطن الإناث .

رابعاً : نماذج لبعض الفورمونات الجنسية

Bombykol

١ - البوميكول

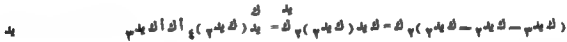
أول فورمون تم عزله وتعريفه وهو الفورمون الجنسي لفراشة دودة الحرير . وتطلق إناث الفراشات غير القادرة على الطيران هذه المادة لجذب الذكور بغرض التزاوج . وحديثاً تم تعريف مركب ثان ، وهو البوميكال Bombykal ، حيث يعتبر جزءاً من فورمون هذا النوع .



Propylure

٢ - بروبيلور

أظهر كفاءة في العمل لجذب ذكور دودة اللوز القرنفلية ، ولكنه غير فعال في المصائد الحقلية ، ورمزه الكيميائي :



(Hexamone ®) Hexalure

٣ - هكسالور

مركب غلق أظهر فاعلية في جذب ذكور دودة اللوز القرنفلية في الحقل .

Prodenia lure

٤ - برودنيا لور

فعالة في جذب ذكور دودة ورق القطن .

(Muscamone ®) Musca lure

٥ - مسكالور

فعال في جذب ذكور الذباب المتزلى إلى الإناث .

(Grandamone ®) Grand lure

٦ - جراند لور

فعال في جذب ذكور سوس اللوز Anthonomus grandis إلى الإناث .

Gyptol

٧ - جبتول

فعال في جذب ذكور حشرة *Forthetria dispar* في المعمل والحقل إلى الإناث .

(Disparnone ®) Dispar lure

٨ - ديسبارلور

فعال في جذب ذكور الحشرة السابقة إلى الإناث .

Siglure

٩ - سيجلور

وهو فعال في جذب ذكور ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط .

Periplanone B

١٠ - بريلانون

تستجيب ذكور الصرصور الأمريكي *Periplaneta americana* لحوالى ١٠-١٤ ميكروجرام من مادة بريلانون B .

خامساً : استخدامات فورمونات الجنس في مكافحة الآفات الحشرية

Uses of sex pheromones in insect control

يمكن استخدام الفورمونات في برامج مكافحة الحشرات بوسيلتين ، هما :

(أ) حصر الكثافة العددية للآفة *Population density surveys*

(ب) المكافحة السلوكية المباشرة *Direct behavioral control*

وللفورمونات أهمية كبرى في عمليات الحصر لتقدير معدل الكثافة العددية للآفة في مجال المكافحة ، حتى يمكن اختيار وتنظيم وتوجيه برامج المكافحة نحو الآفة ولعل الجذب الجيد يكون دلالة على حدوث الإصابة قبل انتشارها . وقد يصلح أيضاً في إظهار مدى تأثير برامج المكافحة المستخدمة من خلال عمليات الحصر . وعموماً .. فإن الفورمون المثالي هو الذى لاتجذب الحشرة مشقة في البحث عنه ، وتنجذب إليه بسرعة فائقة .

أما الاستخدام المباشر للفورمون في المكافحة السلوكية ، فهو يحتاج إلى معرفة كاملة بفسولوجيا الحشرة المستهدفة . ويمكن تقسيم الطريقتين إلى :

١ - تنبيه السلوك *Stimulation of behaviour*

٢ - تثبيط السلوك *Inhibition of behaviour*

وتعتمد الطريقة الأولى على قدرة الفورمون على إحداث توجيه أو تفاعل مع التيار الهوائى من مسافة ما . ومن هنا يمكن استخدام الفورمون مع المصائد ، أو مع الطعوم ، أو مع وسائل أخرى يمكن للإنسان اختيارها . ويمكن من خلال هذه الوسيلة التحكم في تعداد الآفة . أما الطريقة الثانية ، فهي تعنى تشبع الجو المحيط بالفورمون ، وبالتالي تمنع توجيه الحشرة إلى مصدر الفورمون العادى .

Causing orientation

١ - تبييه السلوك أو إحداث التوجيه

(١) الفورمون منفردا كمصدر للتوجيه

Pheromone alone as the orientation source

Orientation to an inappropriate host

١ - التوجيه إلى عائل غير مناسب

تفرز فورمونات التجمع لخننافس القلف فقط بعد تغذية الخنافس الأولى على أشجار العائل المناسب ، وبذا تعمل على توجيه الموجات التالية من الخنافس للاتجاه إلى هذا العائل للتغذية عليه . وفي وجود الفورمون يتم تجمع الحشرات وهجوم الخنافس على العائل ، حتى ولو كان غير مناسب . ويمكن من خلال ذلك استخدام فورمونات التجمع بوضعها على عوائل غير مناسبة ، بحيث تتجمع عليها الحشرات . وقد تكون هذه العوائل سامة ، فيم القضاء على الآفة .

Orientation to a trap

٢ - التوجيه إلى المصيدة

في العديد من أنواع الحشرات ، خاصة حرشفية الأجنحة نجد أن القضاء على الذكور باستخدام طعوم فورمونات الجنس الأنثوية في المصائد تعتبر وسيلة ناجحة وفعالة في مجال المكافحة . ومصدر الفورمون يكون من إناث حديثة غير ملقحة ، أو مستخلصاتها ، أو المركبات المخلقة (المصنعة) . وتعتمد هذه العملية على قدرة فورومون المصيدة على منافسة الفورمون الموجود في الإناث الطبيعية . ولعل توجيه عدد كبير من الذكور إلى المصيدة لايتمتع لمعظم الإناث الموجودة في الطبيعة إجراء التلقيح . وقد أشار McGuire ، knipling عام ١٩٦٦ إلى أن طريقة المصائد باستخدام الفورمون تظهر كفاءتها عندما يكون مستوى تعداد الآفة منخفضاً ، أو عندما تكون نسبة الإناث الموجودة بالمصائد مساوية للإناث البرية .

ويمكن القضاء على الذكور باستخدام المصائد بعدة طرق . وأبرز طريقة هي تغطية المصيدة بمادة لاصقة تمنع حركة الذكور عند ملامستها لسطح المصيدة . ويجب هذه المواد أنها تفقد قدرتها اللاصقة بعد تعرضها للهواء ، أو في الظروف الباردة . وقد تصبح عديمة الفاعلية عند تغطيتها بأجسام الذكور التي تم اصطيادها . وهناك وسيلة أخرى للقضاء على الذكور باستخدام المصائد هي إضافة المبيدات الحشرية ، فقد وجد Martin & Graham عام ١٩٦٣ أن مادة سيانيد الكالسيوم لا تثير

مادة طاردة للدودة اللوز القرنفلية ، وعليه .. يمكن استخدامها لقتل الذكور التى تجذب لمصايد الفورمونات .

وهناك محاولات وتجارب عديدة لاستخدام مصايد الفورمونات أظهرت فشلها فى القضاء على ، أو خفض تعدد كبير من الآفات مثل : Grapevine moth ، Gypsy moth . ويرجع السبب فى ذلك إلى فشل فورمون المصيدة فى منافسة الفورمون الموجود بالإناث البرية . ومن هنا يلزم إجراء المزيد من الدراسات البيولوجية ، حتى يمكن النصيح باستخدام مصايد الفورمونات فى برامج المكافحة ، وذلك عند نجاحها فى منع الإناث البرية من التزاوج . وأهم العوامل التى يجب أن تدخل فى الاعتبار هى :

- ١ - يلزم تقييم الأماكن الطبيعية التى يتوجه إليها كل من الجنسين ، وإلى أى مدى يتم تجمعهما قبل حدوث الاتصال بفعل الفورمون .
- ٢ - المدى الذى يكون فيه الاتصال بفعل الفورمون مؤثراً .
- ٣ - نوبات إفراز الإناث للفورمون ، ومدى استجابة الذكور لها .
- ٤ - مدى طيران الذكور ، وكذلك الإناث الملقحة .
- ٥ - مرات تزاوج الذكور والإناث .
- ٦ - التوزيع الموسمى والجغرافى للحشرة .
- ٧ - مدى تداخل الفورمون مع المنبهات الكيميائية أو الطبيعية الأخرى الموجودة بالبيئة ، والتى تؤثر على سلوك التوجيه .

ولعل من أبرز المشاكل التى تواجه استخدام طريقة مصايد الفورمونات هى وجود تعدد من الإناث الحية داخل المصيدة . ومن المعروف أن الإناث تتميز بإفرازها للفورمون فى وقت معين أثناء اليوم . ولا يمكن توقع إفراز الفورمون من الآفات داخل المصيدة قبل موعد إفرازه بالنسبة للإناث البرية . وداخل هذه الظروف المقيدة قد تفرز المصيدة فورمونها بعد الاناث البرية ، وبذا تقل أهمية هذه الوسيلة . ولعل التغلب على هذه المشكلة يصبح أمراً يسيراً عند تخليق ، أو إيجاد الفورمونات المصنعة ، والتى يمكن استخدامها لسببين : الأول قدرتها على الميزة الزمنية ، حيث إن الفورمون المخلق يمكن أن يوجه الذكور إليه قبل إفراز الإناث البرية للفورمون . والسبب الثانى هو التكلفة الاقتصادية .. فاستخدام الفورمون المخلق على نطاق واسع قد يكون قليل التكلفة ، ويوفر فى نفس الوقت إمكانية تدبير مئات أو آلاف الإناث لكل مصيدة .

Orientation to a sterilization source

٣ - التوجيه إلى المصدر العقيم

اعتماداً على كثير من المتغيرات ، مثل سلوك تزاوج الحشرة المستهدفة ، وتعقيم الذكور المتجهة إلى مصير الفورمون ، فإن هذه الوسيلة قد تكون أكثر فاعلية من القضاء على الذكور باستخدام مصايد

الفورمونات ، فقد تلامس الذكور المعقم الكيماؤى الموجود فى مصيدة الفورمون ، ثم تعود مرة أخرى إلى الطبيعة . وفى هذه الحالة نجد أن تزاوجها مع إناث طبيعية يؤدى إلى إنتاج بيض غير مخصب . وفى هذه الحالة يلزم للذكور العقيمة أن تكون ذات قدرة تنافسية كاملة مع الذكور الطبيعية .

(ب) الفورمون والضوء كمصدر للتوجيه

Pheromone plus light as the orientation source

أظهرت الأبحاث على سلوك الحشرات الليلية Nocturnal من رتبة حرشفية الأجنحة أن وجود الضوء مع الفورمون يساعد فى توجيه الحشرة بشكل أفضل من وجود الفورمون منفرداً ، كما أظهر كثير من الدراسات سيادة الضوء عن مصدر الفورمون فى توجيه الفراشات إلى مصدر الفورمون .

Preventing orientation

٢ - منع التوجيه

يشير التوجيه الفسيولوجى لسلوك الذكور فى استجابتها لفورمون الجنس فى الحشرات إلى ما يسمى بالتكيف أو الأقلمة Adaptation . وتظهر الأقلمة إذا انخفضت الاستجابة للمنبه المختبر نتيجة لظروف المنبه السابق . وقد يحدث هذا على مستوى المستقبل ، حيث ينخفض مستوى استجابة الخلايا الحسية فى قرون الاستشعار بعد تعرضها للتنبيه الهرمونى . ويؤدى ذلك إلى حاجة الحشرة لتركيز مرتفع من الفورمون ، حتى تحدث الاستجابة ، وأن يستمر هذا التركيز لفترة من الوقت بعد التعريض . ومن المحتمل أن يكون ذلك راجعاً إلى حدوث أقلمة أو تكيف للذكور الفراشات . وقد تظهر الأقلمة فى شكل انخفاض تعداد ذكور الفراشات ، وقصر فترة النشاط الجنسي لها بحثاً عن الآفات ، ولذا فإن النشاط الجنسي للذكور ذبابة *Culiceta inornata* يستغرق عدة دقائق عند تعرضه للفورمون ، ولا يتم تجديد النشاط الجنسي لها عند تعريضه للفورمون إلا بعد مرور عدة ساعات من ظهور حالة النشاط الجنسي الأولى ، وعليه .. فإن الأقلمة يمكن تقبلها كمنظرة تشير إلى كيفية وجود الحشرات فى حالة توجيه إلى مصدر الفورمون ، وكيف يمكن للمؤثر الفورمونى إظهار حالة التوجيه أو الاستجابة إذا توقف المنبه الفورمونى خلال مرحلة التكيف .

وتعنى طريقة منع التوجيه نشر الفورمون المخلق بكمية كافية فى منطقة كبيرة ، بحيث يتخلل الهواء بمستويات كافية ومرتفعة . وتؤدى إضافة الزيادة من الفورمون بفعل الإناث الطبيعية البرية إلى توقف الإدراك الحسى للذكور ، وبالتالي تغفل فى العثور على الإناث ، وبذا لا يتم التزاوج . ويطلق على هذه الطريقة إرباك أو إحداث الفوضى فى الذكور Male confusion technique - وقد يكون هذا الاصطلاح غير دقيق ، لأنه يعنى أن الذكور قد نبه نشاطها بالفورمون ، ولكنها غير قادرة على التوجه نحو الإناث الطبيعية لوجود الفورمون فى كل مكان . وقد ظهر اصطلاح آخر هو Male inhibition

technique ، أو تشييط الذكور ، وهو أكثر تعديلاً من السابق ، حيث إن استجابات الذكور للفورمون الطبيعي أو المخلق قد يحدث لها تشييط كل . ومن هنا يلزم تحديد كمية الفورمون اللازمة لإحداث التشييط قبل إجراء هذه الطريقة . وقد افترض wright عام ١٩٦٥ أن تركيز الفورمون القادر على تشييع أعضاء الاستقبال الحسية تماماً هو ٥١٠ أعلى من الحد الحرج اللازم لإحداث الاستجابة . ويقال إن الخلايا الحسية التي تقوم بالتقاط الإشارات الحسية من الجنس الآخر يتم إغلاقها بفعل التركيز العالي من الفورمون . وتعتمد إمكانية تطبيق هذا البرنامج على التكاليف الاقتصادية ، بالإضافة إلى مستوى البيولوجي للمادة الكيميائية المستخدمة .

وقد أجرى عديد من التجارب في مصر باستخدام هذه الطريقة ضد دودة اللوز القز القنفذية ، ودودة ورق القطن بغرض خفض كميات المبيدات الحشرية لمكافحة الآفات . وقد أظهرت هذه الدراسات انخفاض معدلات وضع البيض لهذه الحشرات كنتيجة للمعاملة بالفورمون . ويلزم في هذه الطريقة إطلاق الفورمون لعدة أسابيع ، حتى يمكن الحصول على نتيجة طيبة . ويتأتى ذلك باستخدام كبسولات صغيرة بها مستحضر الفورمون ، وذلك لحماية الفورمون من التحلل بفعل الظروف البيئية ، وكذا السماح بإطلاقه لفترات طويلة . ويطلق على هذا المستحضر Micro encapsulated formulation ، ويمكن استخدام آلات الرش العادية في معاملة . ويمكن استخدام الشحنات الإلكترونية/ستاتيكية في محلول الرش لزيادة التصاق أو ارتباط الفورمون بالمجموع الخضري ، وتقليل الفاقد في التربة .

تأثير عمر الحشرة على معدل الإنتاج ومدى الاستجابة للفورمون الجنسي

هناك عديد من أنواع الحشرات لها القدرة على إنتاج الفورمونات الجنسية طوال فترة حياتها ، بداية من خروج الحشرة الكاملة ، إلا أن بعضها لا يصل إلى مرحلة النضج الجنسي إلا بعد فترة معينة . ويتوقف إنتاج الفورمون قبل موتها الطبيعي بفترة معينة . وفي نفس الوقت نجد أن الجنس المستجيب قد يكون أو لا يكون ناضجاً جنسياً وقت الخروج إلى الحشرة الكاملة ، وعليه .. فإن هناك عدة عوامل تؤخذ في الاعتبار لمعرفة وجود الجاذب الجنسي أو التأثير الجنسي في أى حشرة .

تأثير الوقت من اليوم على معدل إنتاج الفورمون الجنسي وعملية التزاوج

من المعروف أن الجاذب الجنسي في الحشرات يفرز قبل أو أثناء الفترة من اليوم التي يتم فيها التزاوج . ويمكن بذلك معرفة الوقت الذي يوجد فيه الفورمون الجنسي ، وبالتالي الوقت الذي يمكن فيه استخلاصه ، أما في حشرة Sugar - beet wire worm ، فإن الفورمون الجنسي يفرز من الإناث ، ثم يخزن في جسمها في صورة مرتبطة ، بحيث تتمكن من إطلاقه عند رغبتها في جذب الذكور . ومن المعروف أن هناك عديداً من أنواع الحشرات تنتج الفورمونات الجنسية متى احتاجت لها .

اقتصاديات مكافحة الآفات بالفورمونات

أجريت بمصر عامى ١٩٨٥ ، ١٩٨٦ تجارب رائدة لإلقاء الضوء على اقتصاديات العلاج بالفورمونات ضد ديدان اللوز ، بالمقارنة بالمبيدات الحشرية . وقد أجريت هذه التجارب رشاً بالطائرات في حقول القطن بمحافظات الفيوم وبني سويف بغرض تحديد موعد بدء العلاج ، ومدى فاعلية الفورمونات ، بالإضافة إلى اقتصاديات العلاج بالفورمونات ، بالمقارنة بالمبيدات الموصى بها . تمت المعاملة بثلاث مركبات من فورمون دودة اللوز القرنفلية في الصور التالية : الكبسولات الدقيقة Micro capsules ، والرقائق الصغيرة Laminated flakes ، والألياف المجوفة Hollow fibres وقد أظهرت الدراسة أن التكلفة الإجمالية للمعاملة بالفورمون (٤ رشات) تبلغ حوالى ٤٧ جنيهًا بالمقارنة بـ ٥٣ جنيهًا في حالة استخدام المبيدات ، كما أوضحت النتائج في محافظة الفيوم ارتفاعاً طفيفاً في نسبة الإصابة بدودة اللوز القرنفلية في الحقول المعاملة بالفورمون أكثر من تلك المعاملة بالمبيدات ، حيث بلغت ٦,٤ ، ٥,٢٪ على الترتيب ، بينما بلغت نسبة الإصابة بدودة اللوز الشوكية ١٠ ، ٧٪ عند المعاملة بالفورمون والمبيدات على الترتيب . وعلى العكس من ذلك .. كانت نتائج محافظة بني سويف مشجعة ، حيث بلغت ٧,٧٪ في الحقول المعاملة بالفورمونات ، بالمقارنة بـ ٩,٣٪ في حقول القطن المعاملة بالمبيدات . ومن الجدير بالذكر ازدياد تعداد الأعداء الحيوية في الحقول المعاملة بالفورمون بنحو ٢٥٪ . وأوضحت النتائج ضرورة بدء العلاج بالفورمونات بمجرد تكوين البراعم الزهرية على نباتات القطن ، وخاصة في الزراعات المبكرة .

تستحق الدراسة السابقة كثيراً من الاهتمام كأحد عناصر التحكم المتكامل للآفات ، والتي تعتمد فلسفتها كما سبق الذكر على استخدام المبيد الكيميائى المتخصص كوسيلة حاسمة عند فشل الطرق الأخرى في إعطاء مكافحة فعالة وناجحة ... وتحتاج مثل هذه الوسائل إلى دراسات بيئية مكثفة تتعلق بجميع أوجه النظام البيئى الزراعى ، حتى تحتل مكانها ضمن برامج مكافحة آفات القطن ، وحتى يمكن إعداد الدراسات الكافية للتطبيق الميدانى ، فهى على الأقل من أهم وسائل التحذير لمعرفة تعداد الآفة ، حتى إذا وصلت إلى الحد الحرج الاقتصادى يمكن التدخل بالمبيد الكيميائى المتخصص .

الفصل العاشر

منظمات النمو الحشرية

أولاً : مقدمة

ثانياً : تطور كيمياء المركبات ذات النشاط الهرموني الشباني

ثالثاً : التركيب الكيميائي لمشابهات هورمون الشباب

رابعاً : التأثيرات الفسيولوجية والبيوكيميائية لهورمونات الشباب

خامساً : تخصص الأنواع

سادساً : إمكانية تطبيق هورمونات الشباب

الفصل العاشر

منظمات النمو الحشرية

Insect Growth Regulators

أولاً: مقدمة

أوضحت الدراسات الإلكترونية وفسولوجية أن الممرات الأيونية بالغلاف العصبي هي أماكن تأثير مركب الـ d. d. ت ، والبيرثرويد . بينما تتداخل المبيدات الفوسفورية العضوية ، ومركبات الكاربامات مع إنزيم الإستيل كولين إستريز . وبناءً على طريقة الفعل .. فإن تخصص هذه المبيدات ضد الحشرات بالمقارنة إلى الفقاريات يعتمد على كمية السم المعامل ، أى أنه تخصص كمي Quantitative selectivity . وقد يزول التخصص عندما يميل المبيد إلى الثبات والتراكم في البيئة وأنسجة الحيوان . ومن المعروف أن المبيدات الحشرية تتداخل مع التنظيم البيوكيميائية الموجودة في كل من الحشرات والفقاريات ، وينخفض مستوى حساسية الفقاريات للمبيد غالباً ، نظراً لاختلاف مستوى نفاذية المبيد ، ومعدل هدمه وتنشيطه . وفي بعض المبيدات الحشرية ، خاصة مجموعة الكاربامات قد يظهر التخصص الكمي بين أنواع الحشرات . وفي الغالب يكون اختلاف الحساسية ضئيلاً بين نوع الآفة (مجال المكافحة) ، وغيرها من الحشرات غير المستهدفة ، ويؤدي ذلك إلى موت الأعداء الحيوية لبعض أنواع الحشرات نتيجة المعاملة بالمبيد الحشري ، وظهور الآفة بشكل وبائي ، وكذا ظهور مقاومة لفعل المبيد .

ظهرت في السنوات الأخيرة مجموعة من المبيدات الحشرية الحديثة تتميز بالتخصص النوعي ، Qualitative selectivity ، حيث تتداخل مع بعض النظم الفسيولوجية المتخصصة في الحشرات ، والتي تعرف بها مفصليات الأرجل دون غيرها من الحيوانات . وتسمى هذه المجموعة من المبيدات بـ « منظمات النمو في الحشرات » Insect Growth Regulators (IGR'S) ، مثل : مشابهات هورمون الشباب ، ومثبطات التطور في الحشرات (IDIS) Insect Development Inhibitors . وتتميز هذه المجموعة من المركبات بنشاطها الإبادي المنخفض ، وعدم قدرتها على إحداث الفعل الإبادي الفوري . ويعني الفعل الإبادي البطيء أن التطبيق المثالي لهذه المركبات يحتاج إلى فترة طويلة بين المعاملة والتقييم . وحتى عهد قريب .. كانت طرق التقييم القياسية للمبيدات الحشرية ، في معظم شركات المبيدات ، مصممة أساساً لدراسة التأثير على المدى القصير بحيث لا تزيد فترة التقييم عن

ثلاثة أيام . وقد اتضح الآن أن هذه الفترة قصيرة لإظهار فعل العديد من منظمات النمو ومثبطات التطور الحشرى . وتوضح الخبرة الناتجة من خلال الدراسات في هذا الميدان ، أن تقييم التأثيرات على المدى الطويل عملية في غاية التعقيد غالباً ، بالإضافة إلى تكلفتها الاقتصادية العالية . وكحقيقة مسلم بها .. نجد أنه غالباً ما تكون منظمات النمو ، ومثبطات التطور الحشرى فعالة على طور معين ، أو على عدة أطوار خلال فترة حياة الحشرة ، أضف إلى ذلك أن معظم الحالات توضح التأثير الإبدى المتخصص لهذه المركبات . ومن الوجهة الاقتصادية .. نجد أن هذه الصفات لاتشجع شركات المبيدات على إنتاج هذه المركبات ، حيث تفضل إنتاج مبيدات تتميز بالمدى الواسع للتأثير Broad spectrum ؛ لذا يلزم تعاون كافة الهيئات والمنظمات الدولية مع الحكومات والشركات المنتجة ، حتى يتسع نطاق إنتاج هذه المركبات .

The insect endocrine system

جهاز الغدد الصماء في الحشرات

يتحكم جهاز الغدد الصماء ، في عملية النمو والتطور في الحشرات ، بالتعاون مع الجهاز العصبي ، كما يهيمن على التنبيه الداخلية والخارجية المؤثرة على هذه الوظائف . وتشمل الأجهزة المسئولة الخلايا العصبية المفترزة في المخ Neurosecretory cells (NSC) ، حيث يمر إفرازها عبر المحاور العصبية إلى :

Corpus cardiacum (C.C.)

١ - غدة الجسم القلبي

ويتحول فيها الهرمون المفرز من خلايا (NSC) من الحالة الحاملة إلى الحالة النشطة ، ويطلق عليه هرمون المخ Prothoracicotropic hormone (PTTH) ، أو Brain hormone .

Prothoracic gland (P.G.)

٢ - غدة الصدر الأمامي

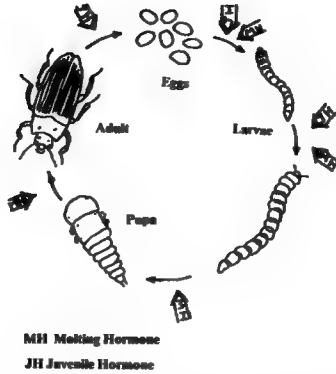
وهي التي تفرز هرمون انسلاخ أو نمو Moulting hormone ، أو Ecdysone . ويتم تنشيط إفرازه بفعل هرمون المخ ويعمل على تنبيه دورة النمو كما يقوم بالمساعدة في بناء الجليد الجديد ، ونضج أنسجة الحشرة قبل التخلص من الجليد القديم .

Corpus Allatum (C.A.)

٣ - غدة الجسم الكروى

وهي قريبة من (C.C.) ، ويقع نشاط هذه الغدة تحت تأثير المخ وتفرز هرمون Juvenile hormone (JH) ، أو ما يسمى بهرمون الشباب أو الطفولة ، أو ثبات الحالة Neotenin . ولايفرز هذا الهرمون في الحشرات الكاملة لفترة طويلة ، أو بكميات كبيرة . وهو هرمون غير متخصص .

ويلاحظ أن هناك توازناً في إفراز هرمون النمو والشباب ، ويحدث التطور أو انتقال الحالة نتيجة لنقص مستوى هرمون الشباب في الدم ، وزيادة مستوى هرمون النمو والانسلاخ شكل (١٠-١) .



شكل (١٠ - ١) : التنظيم الهرموني لتطور وتكاثر حشرة *Tenebrio molitor*.

وعموماً .. يمكن القول بأن هناك هرمونين مسؤولين عن تنظيم انسلاخ اليرقة هما :

(أ) هرمون الشباب (ثبات الحالة) *Juvenile hormone* وهو يمنع الحشرة من التفضج واكتمال النمو .

(ب) هرمون الانسلاخ *Moulting hormone (Ecdysone)* وهو ضروري لامتصاص الجليد القديم ، وترسيب *Deposition* ، وصلابة *Hardening* ، ودبغ *Tanning* الجليد الجديد ، وعموماً .. فهذا الهرمون ضروري لعملية الانسلاخ .

يتم تخليق هرمون الشباب وإفرازه من غدتين في رأس الحشرة ، وعند إزالة الغدتين تتحول الحشرة إلى طور العذراء ، أو الحشرة الكاملة ؛ لذا .. فإن هذا الهرمون ضروري جداً لمنع تطور الحشرة خلال دورة حياتها . وحينما تصل الحشرة إلى حجم مناسب تتوقف عن التغذية وتنسلخ إلى طور العذراء ، ويتم الانسلاخ عند انخفاض مستوى هرمون الشباب ؛ لذا فإن معاملة الطور اليرقي الأخير بهرمون الشباب تعمل على انسلاخ اليرقة إلى حالة وسطية بين اليرقة والعذراء ، ذات مميزات مختلطة بين كل من الطورين ، أو قد تنسلخ إلى حالة يرقية تستمر في التغذية . وإذا توقف الإمداد الهرموني خارج جسم الحشرة *Exogenous* ، فقد تنسلخ مكونة عذراء عملاقة *Giant pupa* ، وتتحول بالتالي إلى حشرة كاملة عملاقة ، ومعظم هذه الحالات الوسطية العملاقة تموت بسرعة بعد أو أثناء الانسلاخ .

ويختفى هرمون الشباب أثناء التحول من العذراء إلى الحشرة الكاملة ، وتؤدي معاملة العناري بهرمون الشباب إلى تكوين حالة وسطية من العذراء والحشرة الكاملة ، أو قد تتسلخ العذراء إلى عذراء مرة ثانية ، والمحصلة النهائية في الحالتين هي إنتاج حشرات مشوهة تعيش عدة أيام قليلة ولكنها لا تستطيع التكاثر . ويمكن القول بأن وجود هرمون الشباب يعمل على استمرار حالة النمو والتطور غير الكامل ، بينما يؤدي غيابها إلى نضج الحشرة .. وتقف غدة الجسم الكروى (C.A.) عن العمل أثناء الانسلاخ لتكوين العذراء أو الحشرة الكاملة ، ثم تبدأ في النشاط والإفراز مرة ثانية في طور الحشرة الكاملة ، ويعتمد نمو المبايض على وجود هرمون الشباب ، ولذا يطلق عليه الهرمون المنبه للغدد التناسلية Gonadotrophic hormone .

وظيفة هرمون الشباب

هناك كثير من النظريات التي تفسر ميكانيكية نشاط غدة (C.A.) ، وكذلك أهم وظائف الهرمون المفرز من هذه الغدة . ويمكن إيجاز وظائف هرمون الشباب فيما يلي :

١ - تمييز التركيب الورقي .

٢ - التأثير الشبابي .

٣ - قيام الهرمون ببعض الوظائف الفسيولوجية الهامة مثل :

(أ) أهمية الهرمون في ترسيب الملح في بيض إناث الحشرات الكاملة .

(ب) تكوين المستودع المنوي لذكور الحشرات الكاملة ، والذي يعمل على نقل الحيوانات المنوية أثناء الجماع .

(ج) تنشيط عمليات التمثيل وذلك بتنبية إفراز إنزيمات الهضم ، وكذلك تنشيط معدلات الهضم في القناة الهضمية .

(د) دور هرمون الشباب في تمثيل الدهون وتخليق البروتين والتمثيل أثناء التنفس ، حيث يؤثر الهرمون مباشرة على عضلات الطيران ، والتي تعتبر المركز الرئيسى للتمثيل في الحشرة .

(هـ) يؤثر هرمون الشباب على عمليات تكوين وتمييز البويضات Oogenesis في الإناث ، ولم يثبت تأثيره على عمليات تكوين وتمييز الحيوانات المنوية Spermatogenesis في الذكور .

(و) يلعب الهرمون دوراً هاماً في تخليق الحمض النووي RNA .

(ز) يساعد الهرمون في تنظيم السلوك الجنسي لمعظم الحشرات ؛ لأنه ينظم إطلاق الفورمونات من الإناث لجذب الذكور للتزاوج .

ثانياً : تطور كيمياء المركبات ذات النشاط الهرموني الشبابي

Development in the chemistry of compounds with juvenile hormone activity

Farnesol

١ - الفيريسول

أمكن عزل مركب (١) Sesquiterpenoid alcohol farnesol من براز حشرة *T. molitor* ، وقد تميز هذا المركب بنشاطه على التكوين الشكلي للحشرة . وكان اكتشافه بداية لسلسلة من التقدم في هذا المجال . وقد اختبرت عدة مركبات من مشتقات التربين *Terpene* ، ووجد أن مركب *Farnesyl* (٢) *methvl ether* ، مركب (٣) *Farnesyl diethyl ether* أكثر نشاطاً من الفيريسول شكل (١٠-٢) .

Dodecyl methyl Ether

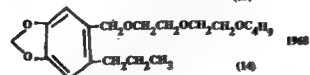
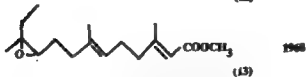
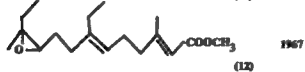
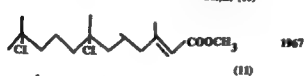
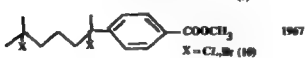
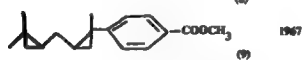
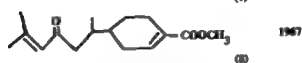
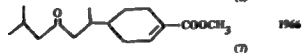
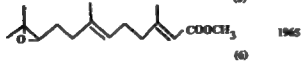
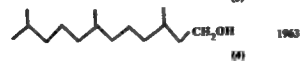
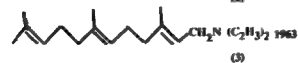
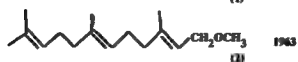
٢ - مركبات

لوحظ أن التغيرات الكيميائية في الفيرينسول تقلل ولا توقف نشاط التكوين الشكلي . وعندما ظهر أن مركب (٤) *Hexahydro farnesol* قادر على إظهار التأثير على التكوين الشكلي ، تم اختبار معظم السلاسل الطولية المشبعة من الكحولات ومشتقاتها من الميثيل إثير ، ووجد أنه يتميز بقدرته على إظهار هذا التأثير . كما لوحظ أن مركبات (٥) *Dodecanol & dodecyl methyl ether* ، والتي تحتوي على هيكل كربوني مشابه للفيريسول ، تستطيع أن تظهر تأثيراً واضحاً على التكوين الشكلي . وقد أثبتت الدراسة على النشاط الهرموني لمركب *Dodecyl methyl ether* قدرة على تنشيط الغدة الصدرية الأمامية *Prothoracic gland* في عذارى الفراشات التي نزع منها الملح ، كما أظهر مركب *Ethyl ether of farnesol* قدرة تنشيطية تعادل ضعف قدرة مشتق الميثايل .

Methyl trans , trans 10,11 - Epoxy farnesenate

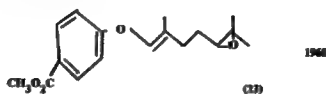
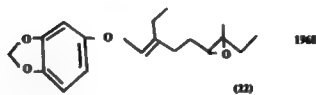
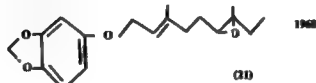
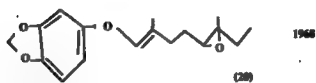
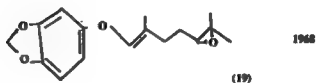
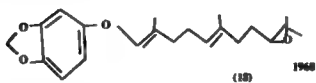
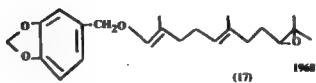
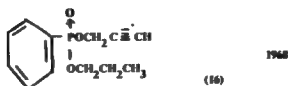
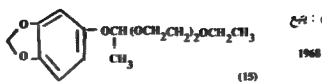
٣ - مركبات

لوحظ أن خدش أو جرح فراشة السيكروريا لا يساعد على عزل هرمونات الشباب ، بل يعوق إمكانية هذا العزل . وقد أمكن الحصول على كمية كافية من زيت السيكروريا ، والتي ساعدت في معرفة بعض المعلومات عن طبيعة المركبات النشطة ، كما أمكن إيقاف نشاط مستخلص زيت السيكروريا بعمليات التصبن ، وتحديد النشاط بإضافة الميثيل *Methylation* لنواتج التصبن باستخدام مركب *Diazomethane* . وعند حقن *Methyl ester of farnesenic acid* في حشرات مختلفة أمكن الحصول على معدلات عالية من النشاط المؤثر على التكوين الشكلي أكثر من أى مركب آخر معروف التركيب . ووجد أن *Methyl farnesenate* أقل قطبية من مستخلص السيكروريا النشط ، ولذا تمجب إضافة مجاميع قطبية للمركب لزيادة مستوى نشاطه .



شكل (١٠-٧) : تطور كيمياء المركبات ذات النشاط المرموق الشباني .

شکل (۷-۱۰) : پیچ



إن إضافة Epoxide Methyl في الوضع ١١ ، ١٥ لمركب Methyl farnesenate تعطي المركب رقم (٦) ، وهو مركب نشط على جميع أنواع الحشرات المختبرة . وله نفس مواصفات مستخلص السيكرويا النقي من حيث العلاقة بين التركيب الكيميائي والنشاط البيولوجي . وترجع أهمية مجموعة الإيوكسي إلى أن عملية الإيوكسدة Epoxidation لمركب Farnesol ، Farnesyl methyl تزيد من مستوى نشاط المركب .

Paper factor (Juvabione)

٤ - الجيوفايون

اكتشفت هذه المركبات عندما فشلت حشرة *Pyrrhocoris apterus* في التطور الطبيعي ، ولم تصل إلى طور الحشرة الكاملة ، وعندما أعطت مظهرًا مشابهًا لتعرضها لهرمون الشباب . وقد لوحظ أن أوائ التربة تحتوى على بعض المركبات الكيميائية المؤثرة على التكوين الشكلي ، والتي تؤدي إلى تعدد الانسلاخ عند ملازمة الحشرة لهذه المركبات . وقد أظهرت الدراسات تشابه تأثير المستخلصات الدهنية لكثير من منتجات الأوراق في المصانع الأمريكية ، مثل : مستخلص لب الخشب (خشب التنوب Fir ، والشوكران Hemlock ، والطقوس Yew ، واللاكس Larch ، والراتنج Spruce ، والصنوبر Pine) . وقد عرف نشاط هذه المستخلصات النباتية باسمطلاح Paper factor . ولوحظ أن مستخلصات الأوراق ذات نشاط خاص وبميز لحشرة *Pyrrhocoris apterus* ، وغيرها من الحشرات التابعة لنفس العائلة . وأمكن عزل وتعريف معظم المركبات النشطة من لب خشب التنوب والمسماة بـ Juvabione (V) . وهذا المركب عبارة عن B-unsaturated sesquiterpenoid ، methyl ester ولم تعرف بعد أسباب ارتفاع نشاط هذا المركب على التكوين الشكلي لحشرة P. apterus ، وغيرها من الحشرات التابعة لعائلة Pyrrhocoridae . بينما انخفضت فاعليته على بعض الحشرات القريبة مثل بق *Lygaeus kalmii* ، وكذا بق *Oncopeltus fasciatus* . وأمكن عزل مركب آخر نشط من خشب التنوب هو (A) Dehydro juvabione ، والذي يظهر نشاطه على عائلة Pyrrhocoridae فقط . وقد لوحظ أن كفاءته تعادل $\frac{1}{10}$ كفاءة مركب الجيوفايون . وقد يكون المستخلص النقي لمركب الجيوفايون أقل فاعلية أحيانًا من المستخلص الخام . وقد أظهرت كذلك بعض المشتقات العطرية المشابهة لمركب الجيوفايون مركب (٩) ، (١٠) نشاطًا على حشرات Pyrrhocorids عند استخدامها بتركيز ١٠ نانوجرام .

Methyl trans- 7,11- Dichlorofarnesenate

٥ - مركبات

أمكن عزل مركب (١١) 7,11- dichloride of methyl farnesenate . وقد وجد أن ١ نانوجرام من داي كلوريد يكفي لوقف التكوين الشكلي الطبيعي لحشرة *Pyrrhocoris* .

أمكن عزل المركب (١٢) من زيت ذكور الحشرة الكاملة للسيكرويا ، كما أمكن كذلك عزل هرمون آخر من فراش السيكرويا (١٣) يحتوي على فرع إيثيل واحد . ويصل معدل نشاط المركب الأخير إلى حوالي ١٥ - ٢٥ ٪ في مستخلص السيكرويا . ويفترض أن تركيب هذين المركبين هما *Methyl trans, trans- 10,11- epoxy farnesenate* ، وهما يختلفان فقط في عدد فروع الميثيل . وقد أجريت دراسات مكثفة حول النشاط البيولوجي للمركب (٦) ، والمركب الرئيسى لهرمون السيكرويا (١٢) . وأوضحت الدراسة وجود اختلافات طفيفة في نشاطهما على حشرة *Tenebrio* . وقد وجد عموماً أن هرمونات الشباب لحشرة السيكرويا أكثر نشاطاً على حشرغية الأجنحة ، كما لوحظ أن الهرمون الثانوى (١٣) يتميز بالنشاط العالى جداً ، والذي يعادل المركب رقم (٦) على حشرة فراشة الشمع . كما وجد أن تفرع مجموعة الإثيل ، التى تتميز بها الهرمونات الطبيعية ، تزيد من النشاط الهرمونى على كثير من الحشرات الحساسة .

ويوضح جدول (١٠ - ١) النشاط معبراً عنه بالجرعة من المركب التى عوملت قميًا في محلول الأسيتون على عذارى *Tenebrio* ، والتى أنتجت حالة وسطية من العذراء والحشرة الكاملة :

جدول (١٠ - ١) : النشاط البيولوجى للمركبات بالميكروجرام .

المركب	الجرعة (ميكروجرام)
(٦)	٠,١
(١٢)	٠,١
(١٩)	٠,٠١
(٢٠)	٠,٠٠١ - ٠,٠٠٠١
(٢١)	٠,٠٠٠١ - ٠,٠٠٠٠١
(٢٢)	٠,٠٠٠١ - ٠,٠٠٠٠١

Synergists

٧ - المنشطات

أجريت دراسات تفصيلية للخصائص الهرمونية لبعض منشطات المبيدات الحشرية . وقد ارتفع مستوى نشاط المركب رقم (٦) عند خلطه مع البيرونيل بيوتكسيد (١٤) *Piperonyl butoxide* ، ثم معاملة المخلوط على حشرة *Tenebrio* . كما تظهر الحشرات المعاملة بالنشط فقط تأثيرات على التكوين الشكلى مصحوبة بنشاط هرمونى شباى . وكانت أكثر المنشطات فاعلية على حشرة *Tenebrio* هى

مادة السيسامكس (١٥) Sesamex ، حيث أحدثت نشاطاً واضحاً على التكوين الشكلي للحشرة عند معاملة بجرعات أقل من واحد ميكروجرام ، كما أظهر المركب العطري (١٦) تأثيراً واضحاً على نفس الحشرة ، ولم يكن له أى تأثير على بقعة حشيشة اللبن .

٨ - مركبات Methylene - dioxy aromatic - Terpenoid «Hybrids»

أوضحت الدراسات أنه ليست لمعظم المركبات التابعة لـ Methylene dioxy aromatic Compounds ، مثل : السافرول Safrole ، والسيسامول Sesamol ، والبيرونال Piperonal ، وكحول البيرونيل Piperonyl alcohol ، أى نشاط ضد الحشرات المعاملة . ونظراً لأهمية السلسلة الجانبية للبنيل إيثير في النشاط الهرموني الشباني ، أمكن تحضير Farnesyl ether لمركب كحول البيرونيل . وقد أظهر نشاطاً ملحوظاً على حشرتي Tenebrio ، وبقعة حشيشة اللبن . وتزيد عملية الإيوكسدة Epoxidation من نشاط معظم مشتقات الفيرنيسال Farnesyl ، حيث ارتفع معدل النشاط إلى حوالى عشرة أضعاف ، وذلك بإدخال مجموعة إيوكسيد إلى جزئ الفيرنيسال . وقد وجد أن مشتقات السيسامول أكثر نشاطاً من مشتقات كحول البيرونيل .

وأكدت الأبحاث أن السيسامكس أكثر نشاطاً كهرمون للشباب من البيرونيل بيوتكسيد ، كما تم تحضير مركب sesamolyl - farnesyl ether وإيوكسيده الطرفي (١٨) ، كذلك أمكن دراسة النشاط البيولوجي له ، والذي بلغ حوالى عشرة أضعاف قيمة المشابه بيرونيل . ولوحظ أن زيادة النشاط ترتبط بقصر سلسلة Terpenoid ، وذلك بوجود وحدة من الأيسوبرين ، وبخلق مشابهاً تحتوى على فروع الإثيل (٢٠) ، (٢١) ، (٢٢) . وتعتبر هذه المركبات فعالة على الأنواع الحساسة ، مثل : حشرات Tribolium ، Tenebrio في حدود واحد ميكروجرام (انظر الجدول السابق) . ولعل الارتفاع الكبير في مستوى نشاط التكوين الشكلي الناتج من ظهور السلاسل الإيثلية الفرعية (٢١) ، (٢٢) لا يعادل مستوى نشاط هرمون حشرة السيكروريا ، والذي يبلغ حوالى ٢ - ٥ أضعاف نشاط هذه المركبات على حشرة Tenebrio . وقد وجد حديثاً أن مستوى نشاط هذه المركبات يبلغ مدى معقولاً في حدود ١ نانوجرام ضد حشرات حرشفية ، وغمدية ، ونمفية ، ومستقيمة الأجنحة ، وذات الجناحين .

ثالثاً : التركيب الكيميائي لمشابها هرمون الشباب

The structural types of JHA

يمكن تقسيم هرمونات الشباب المخلقة إلى ثمانى مجموعات وفقاً لتركيبها الكيميائي

Natural Juvenile hormones

١ - هرمونات الشباب الطبيعية JHA

ويطلق عليها هرمونات الشباب الطبيعية وهي تنقسم إلى : JHA 1 (JHD) ، JHA 2 (JH II) ، JH III

JHA 3 . وتعتبر (JHI) أكثرها نشاطاً ، خاصة عند حشرات حرشية الأجنحة ، بينما تعطي هرمونات (JH II) ، (JH III) تأثيرات متباينة باختلاف نوع الحشرات . ولم تستخدم المركبات النقية على مستوى واسع في التطبيق الحقلي ؛ وذلك لارتفاع تكاليف تخليقها ، وعدم ثباتها في الحقل ، بينما يعتبر المركب الحام المحتوى على ١٠٪ من (JH I) مقبولاً من الناحية التجارية .

٢ - مجموعة JHB

يطلق عليها Terpenoids وهي تشابه في تركيبها JHS ولا تستخدم في نطاق التطبيق الحقلي . ولكنها تساعد في مجال تخليق وتحسين JHA . وتعتبر مشتقات الفيرنيسول ، وحمض الفيرنيسويك من أهم مركبات هذه المجموعة .

٣ - مجموعة JHC

وتتكون من مخاليط الهرمونات المخلفة من المجاميع B ، D ، E ، وهي عبارة عن Hydrochlorinated Farnesates وهي أقل تخصصاً من المجاميع E ، D ونشاطها البيولوجي غير كافٍ لإحداث التأثير المطلوب .

٤ - مجموعة JHD

وتشمل الأميدات والإسترات وهي متخصصة لمجموعة حشرات نصفية الأجنحة ، وليس لها تأثير على الحشرات الكاملة التطور .

٥ - مجموعة JHE

مجموعة من المركبات تحوي مجموعة كلور واحدة ، فعالة جداً ضد الحشرات الكاملة التطور ، وتمتاز بقدرتها على الثبات عند التطبيق الحقلي عن غيرها من المركبات .

٦ - مجموعة JHF

وهي مجموعة متباينة من المركبات القادرة على إحداث تأثير ضد الحشرات الكاملة والناقصة التطور . وأهم مركباتها (Ro 20 - 3600) ، ويعيبها انخفاض نشاط بقاياها تحت الظروف الحقلية .

٧ - مجموعة JHG

وهي مجموعة تمتاز برخص تكاليف تخليقها ، وارتفاع ثباتها ، وبدرجة تخصص أعلى من المجموعة السابقة (JHF) . وأهم مركباتها (R 20458) .

تتميز بنشاطها البيولوجي العالي . وقد تُدرس مستوى نشاطها وسميتها خاصة H_1 ، والذي يعتبر المركب الوحيد الذي صرحت به هيئة البيئة في أمريكا ضد البعوض في المياه . وأهم مركبات هذه المجموعة $JH1$ ، $JH2$ ، $JH3$ ، $JH4$ شكل (١٠ - ٣) .

Persistence of Juvenile hormones

ثبات الهرمونات الشبابة

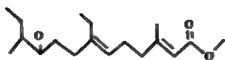
وجد أن نصف فترة حياة هرمون الشباب $JH1$ لا تزيد عن ١٠ ساعات عند حقنه في الحشرات على الصورة النقية ، بينما تزيد فترة الثبات عند حقنه مخففاً بالزيت ، وقد لوحظ ذلك بزيادة فاعلية هرمون الشباب على التكوين الشكلي عند تخفيفه بالزيت ومعاملته عن طريق الحقن . كما أثبتت الدراسات أن تكرار مرات المعاملة مع تقسيم الجرعة يزيد من فعل الهرمون عن المعاملة الواحدة . وعليه .. فإن انطلاق الهرمون البطيء يعطى تأثيراً أفضل ، أى كلما كان الكيوتيكول رقيقاً ، زاد معدل نفاذية الهرمون ومعدل التمثيل ، وقل التأثير في النهاية . ولهذا .. فإن إذابة الهرمون في مذيب غير متطاير مثل الزيت تزيد من معدل فاعليته عند معاملته قميًا . كما أن الهرمونات الموجودة في صورة مستحلبات أقل فاعلية من الهرمونات النقية ، حيث تكون الأولى عرضة للتحلل عند معاملتها بالحقن .

أوضحت الدراسات انخفاض معدل ثبات الهرمون الطبيعي عند تعرضه للأشعة البنفسجية ، وقد تكون الهرمونات المخلفة أكثر ثباتاً ؛ حيث إنها تقاوم ULV إلى حد ما . وعموماً .. تعتبر الهرمونات الشبابة أقل ثباتاً من المبيدات الحشرية ، كما لا تستطيع بقاياها أن تحمي التحوات الجديدة من الإصابة الحشرية .

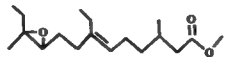
وهناك عوامل كثيرة محددة لكفاءة الهرمون عند معاملته قميًا ، وهي :

- ١ - قدرة التخلخل والنفاذية في الجليد فكلما زادت القدرة على النفاذية ، قلت كفاءة وفاعلية الهرمون .
- ٢ - مدى مقاومة الهرمون لإنزيمات التمثيل داخل جسم الحشرة .
- ٣ - مدى قدرة الحشرة على تأخير بعض العمليات الحيوية في وجود JH .
- ٤ - مدى التخصص الهرموني للحشرة ، وكذلك الطور الحساس .
- ٥ - مدى حماية الهرمون المعامل من النظام داخل جسم الحشرة .
- ٦ - مستوى الارتباط الوقائي للهرمون المعامل ببروتين الدم .

Natural Juveniles



(JHI) JHI₁



(JHI) JHA₂



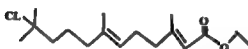
(JHI) JHA₃



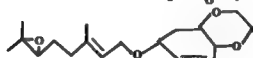
JHD



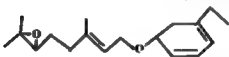
JHE



JHE

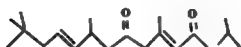


JHE (R020-3600)



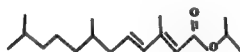
JHC (R20450)

JH



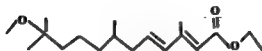
Methoprene = Althoid (R) = IGR (Zoecon ZR-512)

JH₁



Hydroprene = Althoid (R) = (Zoecon ZR-512)

JH₇



Triprene = Zoecon ZR - 619

JH₃



Kinoprene = Zoecon ZR - 77

JH₄

شكل (٣-١٠) : تركيب هورمونات الشباب الطبيعية .

تثبيط ، وتنشيط ومقاومة الحشرات لفعل الهرمونات الشبابة

Metabolism , Activation and Resistance of insects to JHs

قد تعتمد الحشرات في فترات معينة من حياتها على نظام تثبيط يعمل على تنظيم مستوى الهرمون داخل جسم الحشرة ، والتخلص من بقاياه التي لا يحتاجها الجسم . وقد تم عملية التثبيط في وجود الإنزيمات المؤثرة على المييدات الحشرية . وعليه .. فمن المحتمل أن توجد ظاهرة المقاومة المشتركة ، بمعنى أن السلالات الحشرية المقاومة لفعل المييدات قد تقاوم فعل (IGR's) . وقد تم فعلا إثبات هذه الظاهرة ، ومع ذلك فقد استمر مركب الميثورين فعالاً ضد بعض سلالات البعوض المقاومة لفعل بعض المييدات الحشرية بولاية كاليفورنيا .

وقد لوحظ أن منشطات المييدات مثل السيسامكس والبيرونيل بيوتكسيد تزيد من فاعلية هرمونات الشباب ، حيث توقف عمل الإنزيمات المثبطة للسمية Detoxifying enzymes . ومع ذلك فقد يحدث أحياناً تأثير تضادى يرجع إلى قدرة المنشطات أحياناً على تثبيط إنزيمات (MFO) . ومن الملاحظ أن معظم هذه المنشطات لا تتشابه في تركيبها مع هرمونات الشباب .

ويؤدى اختلاف التركيب إلى حدوث تأثير تنشيطى غير ملموس . وقد يرجع هذا التأثير الضعيف إلى فعل المنشطات على كميات ضئيلة جداً من الهرمون . وأثبتت الدراسات أن هناك بعض مشابهاة الهرمون ضعيفة التأثير ، والتي قد تحدث تأثيراً تنشيطياً عالياً لبعض الهرمونات ، وذلك بسبب قدرة هذه المشابهاة على منافسة الهرمون مع إنزيمات التثبيط ، مما يقلل من معدل تثبيط المركب الأصلي ويزيد بالتالى من كفاءته .

رابعا : التأثيرات الفسيولوجية والبيوكيميائية لهرمونات الشباب

Physiological and Biochemical effects of Juvenile hormones

Morphogenetic effects

١ - التأثير على التكوين الشكلى

الحمو المورفولوجى غير الطبيعى للجلايد هو رد فعل واضح للمعاملة بـ IGR . وتستجيب معظم الحشرات للمعاملة بـ JHA وذلك بإنتاج يرقات تستمر في الطور اليرقى ، أو تتكون عذارى تتفاوت فيما بين الشكل العملاق Giant form ، والشكل الطبيعى Perfect form . وقد تظهر أشكال وسطية بين الأطوار غير الكاملة والحشرة الكاملة . ويؤدى استمرار الأطوار غير الكاملة (اليرقات أو الحوريات) ، إلى نفس الطور ، إلى استهلاك كميات أكبر من الغذاء ، مما يؤدى إلى حدوث أضرار جسيمة . ويختار العمر اليرقى الأخير ، أو طور الحورية أو العذارى أكثر الأطوار حساسية للمعاملة بهرمونات الشباب ، وتكون النتيجة النهائية وقف التطور وموت الحشرة . ويعتمد طول فترة الاستجابة وصفاتها على نوع الحشرة ، ووقت المعاملة ، ومستوى الجرعة ، وطريقة المعاملة ، ونوع المركب . وتؤدى إطالة فترة التعريض إلى وقف تطور الحشرة تماماً .

وقد أثبتت الدراسات التي أجريت على حودة ورق القطن أن العمر البرق الأول حتى الرابع غير حساس للمعاملة JHA ، بينما كان العمران : السادس ، والخامس إلى حد ما أكثر الأعمار البرقية حساسية عند استخدام مركب (Ro 20 - 3600) ؛ حيث أدت المعاملة إلى إنتاج عذارى مشوهة . ويعتبر الطور العذري أكثر الأطوار حساسية للمعاملة بهرمون الشباب ومشابهاته . ويلعب ميعاد المعاملة دورًا هامًا في إحداث الأثر الشبابي Juvenalization effect ، وكلما تقدم عمر العذراء انخفضت درجة الحساسية ؛ أي أن العلاقة بين ميعاد المعاملة وعمر العذراء ذات ارتباط سالب . وهناك ارتباط موجب بين التركيز والفعل الناتج . كما أن هناك ارتباطًا عكسيًا بين معدل التأثير على الحشرة الكاملة Adult score ، وطول فترة حياتها .

ومن الجدير بالذكر أن معاملة الحشرة بالجرعة الحرجة Threshold dose قبل الفترة الحساسة تؤدي إلى إنتاج يرقات كاملة Perfect super larvae ، أما إذا تمت المعاملة بعد الفترة الحساسة ، أو بجرعة منخفضة نسبيًا توقف تطور الحشرة جزئيًا . وقد يسبب التأثير على التكوين الشكلي موت الحشرة بطريق غير مباشر نتيجة للتأثير الحاد على الوظائف الحسية ، أو السلوك ، أو التغذية . وقد يكون لإيقاف تطور ونمو الأجهزة الداخلية علاقة بموت الحشرة .

لاحظ Williams أن هرمون الشباب النشط المستخلص من ذكور فراشة السيكروريا يتميز بقدرته على النفاذ خلال الجلد السليم في الأطوار الحشرية غير الكاملة ، ويمنع عملية التكوين الشكلي لها ؛ حيث ينبه الهرمون استمرار انسلاخ الحشرة ، ويؤدي بالتالي إلى استمرار حالة الطور غير الكامل ، ومنع وصول الحشرة إلى مرحلة التضج أو البلوغ . وعند زرع غدة (C.A.) المنزوعة من طور برق حديث في طور يرقى متقدم ، أو طور الحورية تظهر حالة استمرار الطور غير الكامل . وقد أجريت عدة محاولات لإطالة استمرار انسلاخ يرقات الفراشات باستخدام مستخلص السيكروريا وباعت جميعها بالفشل ، إلى أن أشار Roller بأن هرمون الشباب النقي لحشرة السيكروريا يدفع الطور البرق الأخير لدودة الشمع إلى الاستمرار في الانسلاخ ، وتكوين حالة وسطية ما بين اليرقة والعذراء . كما لوحظ أن إضافة جرعة ٠,٠١ - ٠,١ جزء في المليون من المركب (٢٢) ، إلى غذاء يرقات Manduca sexta تؤدي إلى تكرار انسلاخ اليرقة ، ومنع عملية التعذر الطبيعية . بينما أدت إضافة جرعة ١٠٠ - ١٠٠٠ جزء في المليون ، من نفس المركب إلى غذاء يرقات Tribolium confusum إلى تكرار انسلاخ اليرقات حتى وصلت إلى حجم يعادل ٢,٥ ضعف حجم اليرقة الطبيعي وتموت اليرقة في النهاية دون أن تتحول إلى عذراء . ويمكن القول بأن عمر الخلايا غير الناضجة قد يطول أكثر من فترته في الحياة الطبيعية مع استمرار عملية الانسلاخ ، بينما يتوقف تطور الحشرة دون امتداد العمر البرق في حدود التركيزات المنخفضة من المركب (٠,١ - ١ جزء في المليون) .

أجريت تجارب كثيرة على بعض حشرات نصفية الأجنحة لدراسة تأثير التنظيم الهرموني على التكوين الشكلي . وقد ساعدت حساسية هذه الحشرات لمركبات الجيوفايون على فتح الطريق للوصول إلى مبيدات هرمونية متخصصة ، كما أظهر النشاط البيولوجي لمركب الجيوفايون ، وغيره

من المشابهات المطرية (٩ ، ١٠) على بقعة *P. niger* ، أن الهرمون الطبيعي لهذه الحشرة قد يكون مركباً حلقياً . وبالرغم من أن المركب (١١) هو أكثرها نشاطاً وفاعلية على هذه الحشرات ، إلا أنه عديم الفاعلية على الحشرات الأخرى من رتبة نصفية الأجنحة في نفس الوقت .

أظهرت الدراسات الحديثة انعدام فاعلية المركبات المؤثرة على التكوين الشكل على الحشرات التابعة لرتبة ذات الجناحين مع أن *Srivastava & Gilbert* قد أشارا إلى أن هرمون السيكروريا المخلق يؤدي إلى تكوين حالة وسطية بين العذراء والحشرة الكاملة عند حقن الطور البرق الكامل ، أو عند المعاملة القمية لعذارى ذبابة *Sarcophaga bullata* . كما وجد أيضاً أن معاملة طور ما قبل العذراء ، أو العذراء الحديثة التكوين للذبابة المنزل بالمركب (١٩) يظهر حالة وسطية بين العذراء والحشرة الكاملة . ولوحظ كذلك أن الجرعة المقدرة بحوالي ٠,١ جزء في المليون من المركب (١٩) تمنع خروج الحشرة الكاملة لبعوض الحمى الصفراء *Aedes aegypti* ، بينما تؤدي المعاملة بجرعة ١ جزء في المليون إلى وقف تعذر يرقات بعوض الحمى الصفراء . وقد أظهرت الدراسات الحديثة أن ظاهرة تعدد الأشكال *Poly morphism* في الجمل الأبيض ، والمن ، والجراد يتم تنظيمها والسيطرة عليها بفعل هرمون الشباب . كما أظهرت الدراسات التي أجراها عبد المجيد وزيدان عام (١٩٧٧) تأثير مركب التراي برين على التكوين الشكل لإنثى عذراء دودة ورق القطن ، وكان لارتفاع التركيز علاقة إيجابية في هذا الصدد . وتتفق هذه الدراسات مع ما وجدته الفيشاوى عام (١٩٧٥) على عذارى ذبابة فاكهة البحر الأبيض المتوسط .

Chemosterilization effects

٢ - التأثيرات التظيمية

Effect on reproduction

(١) التأثير على الكاثر

تتحكم غدة (C.A.) في نمو مبايض كثير من الحشرات ، ولوحظ أن مستخلص هرمون الشباب النقي لحشرة السيكروريا يعمل على تجديد مبايض الصراصير المنزوعة منها الغدة ، كما يساعد على ترسيب الملح . وأظهرت معظم المركبات النقية ذات النشاط الهرموني الشبابي ، والتي تشابه مستخلص السيكروريا قدرة على مضاعفة هذه التأثيرات في الحشرات التي نزع منها الغدة . ولا تخضع مبايض معظم الحشرات حشرية الأجنحة ، والتي لا تتغذى في طور الحشرة الكاملة ، لسيطرة الهرمون المفرز من هذه الغدة . لذا .. فإن إزالة الغدة في الطور العذري لا تؤثر على وضع البيض . وقد أظهرت الدراسات توقف نمو مبايض حشرة فراشة الدخان (التي لا تتغذى قبل وضع البيض) عند استئصال غدة (C.A.) ، كما وجد أن استئصال الغدة في إنثى *Byrostia fumigata* الحديثة الخروج ، والتي لم تلقح بعد تعمل على منع إفراز الجاذبات الجنسية المميزة لها . ومن الجدير بالذكر أن إزالة غدة (C.A.) من إنثى بعض الحشرات ، بالإضافة إلى توقف نمو مبايضها ، تفقد الحشرات القدرة على الانجذاب نحو الذكور لإتمام التزاوج .

لقد أمكن الحصول على عقم كامل للإناث عند معاملةها بجرعة ١ مول من المركب JHD . ويمكن تكرار نقل هذا الفعل التقيمي بمعاملة الذكور ، ويطلق على هذه العملية (الطريقة المتجددة Renewal approach) وهى مشابهة لطريقة تعقيم الذكور . وطالما أن هرمون الشباب الداخلى يلعب دوراً هاماً فى عملية التناسل لمعظم الحشرات ، فيما عدا الأنواع التى يتم فيها نضج البيض قبل خروج الحشرة الكاملة ، لذا .. يجب أن تكون الجرعات المسببة للعقم أكبر من مستوى الهرمون الداخلى المسئول عن تنظيم عملية التناسل . وقد يؤدى انخفاض جرعة JHA إلى زيادة غير ملموسة فى الكفاءة التناسلية للحشرة . وعند مقارنة الجرعة من JHA اللازمة لإحداث العقم فى الإناث بالمواد المؤلفة ، نجد أن الأخيرة تصل إلى حوالى ٢٠٠٠ ضعف الأولى ، هذا .. بالإضافة إلى الآثار الجانبية للمواد المؤلفة فى التطبيق الحقلى .

يمكن الحصول على وقف كامل للقدرة التناسلية باستخدام جرعات منخفضة من JHA عند معاملةها خلال فترة تميز الخلايا الطلائية الحوصلية للبيضضة ، وذلك قبل انسلاخ الحشرة الكاملة فى معظم الحشرات . وقد يحدث العقم فى الذكور أحياناً بالرغم من عدم التأثير الواضح لمستوى الجرعة من JHA على مستوى العقم فى الذكور . وقد تحدث التأثيرات المورفولوجية الداخلية والخارجية أيضاً خلافاً واضحاً فى عملية التزاوج ، وغيرها من الوظائف التناسلية الأخرى بطريق مباشر أو غير مباشر . وأفضل مثال على ذلك عدم قدرة ذكور حشرات ذات الجناحين على التزاوج نتيجة المعاملة بـ JHA . وقد يؤدى انخفاض فترة حياة الحشرة الكاملة إلى نقص الكفاءة التناسلية .

أظهرت التجارب أن مشابهات JH قد أحدثت فعلاً تعقيماً لقمل الجسم ، حيث انخفضت نسبة قفس البيض بوضوح ، وذلك عند معاملة الإناث بمشابه الهرمون بجرعة ١ ميكروجرام فى أى وقت خلال فترة التكاثر ، كما انخفضت الكفاءة التناسلية لمن الكرنب عند معاملة الحشرة الكاملة بجرعة ٢ ميكروجرام/ حشرة ، كذلك انخفضت نسبة قفس البيض الموضوع فى اليوم الأول عند معاملة إناث حشرة *Epilachna varisvestis* بمركب Juvegens (مركب له نشاط JH) . ولم يكن هناك تأثير على الكفاءة التناسلية . وقد عادت معدلات القفس إلى مستواها الطبيعى بعد عدة أيام من نقل الإناث إلى نباتات غير معاملة ؛ مما يدل على أن هذا التأثير مؤقت وغير دائم .

أظهرت نتائج عبد الله وآخرين عام (١٩٧٥) وجود علاقة إيجابية بين تركيز هرمون الشباب ، ومعدل النقص فى الكفاءة التناسلية لفرشة دودة ورق القطن . كما أوضحت نتائج دراسات عبد المجيد وزيدان عام (١٩٧٧) انخفاض قدرة دودة ورق القطن التناسلية بعد المعاملة بمشابه هرمون الشباب (التراى برين) . وفى نفس الدراسة أدى مركب التراى برين إلى نقص طول الأنابيب المبيضة فى الفراشات الناتجة من غذاء معاملة ، وتوقف مدى هذا التأثير على مستوى التركيز المستخدم . ويوضح جدول (١٠-٢) هذا التأثير .

جدول (١٠-٢) : تأثير مشابه هرمون الشباب (الهرموني) على الكفاءة التناسلية ، والحصول ، والقدرة على التزاوج في فراشات دودة ورق القطن .

التركيز (بالجزء في المليون)	% خفض في الكفاءة التناسلية	% خفض في الخصب	% خفض في الانتاج التناسلي	عدد المستودعات النوية
٤٠٠	٣٥,٨	٦٠,٣	٧٤,٥	١,٦
٢٠٠	٣٣,٢	٤٧,٧	٦٥,١	١,٠
١٠٠	٢٥,٠	٤٦,٨	٦٠,١	١,٢
٥٠	٢٢,٩	٣٤,٢	٤٩,٣	١,٤
٢٥	١٥,٤	٢٧,١	٣٨,٣	١,٦
المقارنة	—	—	—	١,٤

Effect on Embryogenesis

(ب) التأثير على نمو وتطور البيض

يتم النمو الجنيني بعد تمام التزاوج وإخصاب البويضة ، وقد أمكن الحصول على هرموني الشباب والانسلخ في حالة نشطة من بيض الحشرات ، مع أن دورهما في النمو الجنيني غير معروف حتى الآن . وتشير الدراسات إلى أن معظم المركبات المؤثرة على التكوين الشكلي قد تحدث خللاً في النمو الجنيني . وقد وجد Salama & Williams أن معاملة البويضة ، أو الأنثى التي تحوى على بيض يتطور جنينياً تؤدي إلى موت الجنين في المراحل الأولى من النمو الجنيني . وقد وُجد حديثاً أن المركب (١١) يؤدي إلى حدوث خلل في النمو الجنيني للبيض المعامل ، أو الإناث المعاملة ، كما لوحظ أن ذكور حشرة *Pyrrhocoris* المعاملة قيمياً ، بواحد ملليجرام من هذا المركب ، قادرة على نقل كمية كافية من هذا الهرمون إلى الإناث سواء بالملازمة ، أو أثناء التزاوج مما يؤدي إلى العقم . وعند معاملة حشرة سوسة الرسم بالمركب (٢٢) ، ظهرت أشكالاً وسطية من (البرقات العذاري) ، (العذاري — المكسيكية *Eplachna varivestis* ، بجرعة ١ - ١٠ أجزاء في المليون من المركب (١٩) ، أو تعريضها لأبغرة المركب بجرعة ١ ميكروجرام في طبق بترى . وقد لوحظ أن كثيراً من بيض الحشرات يظهر حساسية عالية عند معاملة بهرمونات الشباب في المراحل الأولى للنمو الجنيني . ويشير Riddiford إلى أن تعريض البويضة لهرمون الشباب يؤدي إلى حدوث تداخل وخلل في إفراز غدة (C.A.) ، مما يوقف إنتاج (JH) ، والذي يلزم لإفرازه قبل بداية تطور الحشرة ، أو أن هرمون الشباب المعامل صفة الثبات خلال فترة النمو حتى يحدث التطور ، أو أن JHA يتداخل مع النظام الخلوي للجنين .

ويعتبر معظم JHA أكثر كفاءة من مييدات البيض المعروفة ، وذلك عند معاملتها قبل طور البلاستودرم . وقد أظهرت التجارب حساسية بيض الحشرات حرشفية ، ومستقيمة ، وغمدية ، ونصفية الأجنحة للمعاملة بـ JHA ، بينما كانت الحشرات رتبة ذات الجناحين أقلها حساسية . وقد ترجع حساسيتها لفعل JHA على الحواجز ذات التركيب البروتيني في أغلفة البويضات ، أو إلى وجود النقيير في المنطقة القمية للبويضة . وذلك على الرغم من أن لأبغرة JHA تأثيراً فعالاً حتى على التراكيب الخلوية المغلفة تماماً . أما المعاملة بعد طور Blastokinesis فغالباً ما تكون لها تأثيرات متأخرة في صورة استمرار تطور البرقة ، أو الحورية ؛ أى أنها تشابه فعل معاملة الطور البرقي الأخير . ويرجع هذا إلى فعل JHA على تطور التكوين الجنيني . وتحتجر الجرعة اللازمة لإحداث هذا التأثير أعلى ٣ - ١٠ مرات من الجرعة اللازمة لمنع فقس البويضة .

Effect on Diapause

٣ - التأثير على السكون

وجد Ichikowa وآخرون أن زرع غدة (C.A.) في عنزاري Cynthia ، والتي نزع منها المخ مسبقاً يدفعها إلى التحول للحشرة الكاملة . وبخلاف ما هو معروف من أن المخ هو الدافع لنشاط الغدة فوق الصدرية (P.G.) ، فقد وجد أن غدة (C.A.) المزروعة تحتوى على كميات من هرمون المخ (B.h.) . وقد جد Williams في دراسات أخرى على حشرة السيكروريا أن هرمونات الشباب المفرزة من (C.A.) هي المنبه لنشاط الغدة فوق الصدرية . وقد تحقق Gilbert & Schneiderman صحة هذه النظرية إلى حد ما ؛ حيث لاحظوا أن الحقن بمستخلص هرمون الشباب لحشرة السيكروريا يدفع إلى كسر سكون عنزاري حرشفية الأجنحة . كما تمكن هذان العالمان من كسر سكون عنزاري حرشفية الأجنحة عند حقنها ببعض المركبات المؤثرة على التكوين الشكلي . وأوضحت هذه الدراسات أن المركبات المتميزة بالنشاط الهرموني الشبابي مسؤولة عن تنبيه الغدة فوق الصدرية ؛ حيث إن البطن المعزولة ، والتي لا تحوى هذه الغدد لاتنبه ولا تتطور بالتالى . وقد وجد أن كثيراً من المركبات المؤثرة على التكوين الشكلي يشابه في فعله النشاط المنبه للغدة فوق الصدرية المرتبطة بهرمون المخ .

ويتميز السكون في الحشرات الكاملة بتراكم الدهون ، وانخفاض معدل التنفس ومعدل النشاط والتغذية ، وعدم وضع البيض . ويشابه سكون الحشرات الكاملة الظروف الفسيولوجية عند نزع غدة (C.A.) إلى حد كبير ، حيث تتراكم الدهون وتضمحل المبايض . وقد أظهرت الدراسات التي قام بها wild & Stegwee أن استئصال غدة (C.A.) من خنافس البطاطا غير الساكنة يدفعها إلى السكون الكامل . ويمكن كسر سكونها عند زراعة غدة (C.A.) النشطة ، مع أن زراعة الغدة النشطة في الحشرات الساكنة طبيعياً لا تكسر السكون . وتوضح هذه النتائج أن الخنافس الساكنة طبيعياً تحتوى على مانع ، أو مثبط لإيقاف النمو والتطور يعمل على منع إفراز غدة (C.A.) الأصلية أو المزروعة .

بما أن هرمون الشباب ، والهرمون المنبه للغدد التناسلية هما هرمون واحد له أنشطة متداخلة ، لذا .. يمكن كسر السكون باستخدام مركب كيميائى يدفع إلى التحول الشكلي ، أو مركب قوى

يعمل على تنبيه الغدد التناسلية (مركب ٦) . وإذا كان مثبط غدة (C.A.) هو المسبب عن السكون ، فإن معاملة الحشرات الساكنة بهرمون غدة (C.A.) ، أو بهرمونات مصنعة كافية لإحداث التنشيط يمكنها أن توقف التنشيط وتكسر السكون . وقد وُجد أن معاملة البرسيم الساكن *Hypena postica* بالمركب (٦) كافية لكسر سكون هذه الحشرات .

قد يرجع السبب في صعوبة إيجاد تفسير عام ، لفعل JH على السكون ، إلى الاختلافات في الأطوار التي تدخل في طور السكون تبعاً لنوع الحشرة ، وتنوع أسباب دخول وخروج الحشرة من دور السكون . ويمكن إنجاز تأثير هرمونات الشباب على سكون الأطوار الحشرية المختلفة فيما يلي :

١ (أ) سكون البضة

لم يثبت حتى الآن مدى تأثير JH على سكون البضة . ويحدث السكون عمومًا في البضة كاملة التكوين الجنيني ؛ أى بعد طور البلاستودرم .

٢ (ب) سكون اليرقات

قد يؤثر JH المعامل خارجيًا في معظم أنواع اليرقات غير الساكنة ، خاصة غمدية الأجنحة حيث يؤخر التعذر ، وهي حالة مشابهة للفعل الناتج لاستمرار سكون اليرقة .

٣ (ج) سكون العذارى

رغم أن JH لا يؤثر مباشرة على سكون العذارى ، إلا أنه يمكن كسر هذا السكون بمقبتها بـ JH . وقد يرجع إلى ذلك تنبيه الغدة الصدرية الأمامية لإفراز هرمون الانسلاخ . وهذه طريقة غير عملية من الناحية التطبيقية ؛ حيث تحتاج المعاملة إلى جرعات كبيرة لكسر السكون .

٤ (د) توقف تكاثر الحشرات الكاملة

قد يرجع ذلك إلى نقص JH ، وعليه .. يمكن إحداث خلل في مستواه بالمعاملة الخارجية بكل من JH ، أو JHA النشط . ومن المثير أن استخدام جرعات منخفضة من JHA يؤدي إلى موت الحشرة دون دخولها طور السكون . ويرتبط عدد البيض الناتج بالجرعة المستخدمة ، وهو أقل من عدد البيض التي وضعتها الحشرات التي أنهت سكونها بشكل طبيعي في العادة . ويمكن الاستفادة من هذه الدراسة تطبيقيًا عن طريق تنبيه تكاثر الحشرة في وقت غير ملائم للتكاثر *Out of season* reproduction ، وبالتالي .. لانتاج الحشرات الناتجة الظروف البيئية المناسبة مما يؤدي إلى موتها .

٥ - التأثير على السلوك

يرتبط توقف تطور الحشرة نتيجة المعاملة بـ JHA ، مع ظهور خلل في خصائص الحشرات ،

مثل : مدى استجابتها أو تجنبها للضوء ، أو توقفها عن غزل الشرنقة ، أو إطالة فترة التغذية ، أو منع الهجرة إلى أماكن الاختباء ، كما أنها قد تؤثر على سلوك التزاوج ، مثل : قدرة الإناث على جذب الذكور ، ومستوى الأداء أثناء الجماع . ويرتبط كل ذلك بإنتاج الفورمونات . وعموماً .. تحتاج هذه النقطة إلى دراسات حقلية لمعرفة إمكانياتها من الوجهة التطبيقية .

Effect on polymorphism

٥ - التأثير على تعداد الأشكال

يقع تكوين وأشكال ونظم الطوائف الاجتماعية في الحشرات تحت تنظيم هرموني دقيق . يؤثر JH غالباً على التطور والتكاثر . وعند معاملة حوريات الجراد والنطاط خارجياً بـ JH ، لوحظ تغير في صبغات الجليد ، حيث تحولت من اللون البني ، أو الأسود إلى اللون الأخضر . ويعتبر هذا التغير اللوني حالة طبيعية عند تحول مظهر الجراد نتيجة لزيادة الكثافة العددية . وقد يحدث التغير في اللون الأخضر في طور الحورية دون وجود علاقة لهذا التغير مع الموت أو التطور . وتعادل الجرعة اللازمة لوقف التطور مع الجرعة اللازمة لإحداث التغير اللوني في الطور القادم . فمعاملة JH بتوقيت مناسب (في أول طور الحورية الأخير) ، قد تؤدي إلى وجود خليط ما بين أفراد عاجزة عن التطور ، وأفراد تغير لون صبغات الجليد بها إلى الأخضر . ولم يدرس حتى الآن بعناية كافية ما إذا كان تغير سلوك المظهر الرحال يتم تنبيهه بفعل التحول الصبغي بعد المعاملة بـ JH تحت الظروف الحقلية أم لا . وتنحصر أهمية هذه النقطة تطبيقياً في إمكانية تغير سلوك المظهر الرحال للجراد بالمعاملة بـ JH ، وبالتالي كسر أو القضاء على الموجات الوبائية للجراد .

Species specificity

خامساً : تخصص الأنواع

أظهرت الدراسات الحديثة أن معاملة مستخلص هرمون الشباب لحشرة السيكروبيا تحدث تأثيرات على التكوين الشكلي لمعظم أنواع الحشرات الواقعة تحت رتب مختلفة . ومازالت إمكانية الحصول على مستخلصات قياسية لهذا الهرمون صعبة للغاية ؛ لذا لا يمكن معرفة مدى تأثير كمية معينة من الهرمون على وحدة النشاط بدرجة دقيقة ، كذلك فمن الصعب إجراء مقارنة واضحة للنتائج المتحصل عليها ؛ وذلك لاختلاف مصدر المادة ، وطرق الاستخلاص ، والتخفيف ، والمعاملة . وقد ظهرت عدة طرق متطورة للتقييم الكمي ، والتي تساعد على التوصل لمركبات نقية لها تأثير على التكوين الشكلي .

لعل اكتشاف الفرينسول وما تلاه من ظهور معظم المركبات المستخلصة من أنواع الحشرات المختلفة قد وضع الأبحاث الخاصة بهرمون الشباب على الطريق الصحيح . وقد درست مشابهاة الفرينسول من حيث تخصصها للأنواع المختلفة ، ومدى نشاطها البيولوجي . وقد أشار wiggles - إلى أن المركب رقم (١) يظهر نشاطاً عالياً جداً كهرمون شباني ، وكذا كهرمون منبه للغدد التناسلية في بقعة الرودنيس ، بينما كان له تأثير أقل على الأنواع الحشرية الأخرى . كما وجد

Salama أن لكثير من الأحماض الدهنية ، والزيوت النباتية تأثيرات شبيهة مشابهة ، بينما لا تؤثر مستخلصات السيكروريا على حشرة *Pyrrhocoris apterus* .

وفي السنوات الأخيرة .. أجرى Salama بالتعاون مع Williams مجموعة من الدراسات الدقيقة على تخصص الأنواع عند اكتشافه للجيوفايون ، ونشاطه الوحيد على حشرة *Pyrrhocoris* . ورغم اختلاف المركب (٦) عن الجيوفايون في التفاصيل الكيميائية ، إلا أنهما يظهران نفس درجة التخصص على الحشرة السابقة . كما أظهرت الدراسات اختلاف استجابة حساسية الحشرات التابعة لعائلة *Pyrrhocoridae* للمركبات العطرية التربينية رغم نشاطها وكفاءتها على الحشرات التابعة لهذه العائلة . وقد لوحظ أيضاً أن المركبات ذات مجاميع الإثيل الفرعية (٢٠ ، ٢١ ، ٢٢) تظهر نشاطاً واضحاً على حشرات حشرية ، وغمدية الأجنحة ، بينما أظهر المركب (١٩) كفاءة واضحة على حشرات الجناحين ، ومستقيمة الأجنحة .

ورغم تشابه هرموني الشباب في مستخلص السيكروريا ، إلا أن خلطهما مع المركبات المصنعة ، أو الطبيعية المؤثرة على التكوين الشكلي يظهر درجات متباينة وواسعة من الحساسية تجاه معظم الحشرات .

سادساً : إمكانية تطبيق هرمونات الشباب

Practical application of juvenile hormones

تعتمد الفكرة الأساسية في استخدام هرمونات الشباب تطبيقياً على وجود الهرمون في فترات معينة خلال حياة الحشرات واختلافه في فترات أخرى . لذا .. فإن إمداد الحشرة بالهرمون في فترة أو طور لا يحتاج إليه يؤدي إلى حدوث خلل في تطور الحشرة . وعليه .. فإن معاملة الهرمون بالملامسة في طور الحورية الأخير ، أو اليرقة ، أو العذراء يؤدي إلى حدوث ضرر على التكوين الشكلي ، مما يسبب التشوه الخلقي (المسخ) Monster ، وفيه تكون الأفراد غير قادرة على النضج ، ثم تموت بعد فترة زمنية قصيرة ، أو يؤدي ذلك إلى تكوين أشكال وسطية تموت في النهاية .

وقد تسبب المعاملة بجرعة كبيرة باستمرار ، تصمد طور اليرقة أو الحورية ، فتطيل بالتالي فترة التغذية ؛ مما يقلل من القيمة العملية للمكافحة بالهرمونات الشبيهة ، خاصة إذا كان الطور غير الكامل هو الطور الضار ، وإلا إذا ماتت الحشرة دون إنتاج نسل . وقد لوحظ أن معظم المواد الكيميائية المؤثرة على التكوين الشكلي غير سامة نسبياً ، ولهذا فإن مضاعفة الجرعة إلى مليون ضعف الجرعة المؤثرة قد يؤدي إلى تحمل الطور غير الحساس دون ظهور تأثيرات مرضية . وتحت ظروف التجارب العملية تعامل الهرمونات بالحقن ، أو قعياً . وبينما نجد أن المعاملة مع الغذاء لها تأثير مقبول ، نجد أن معظم المركبات ذات تأثير ضال كمدخنتات .

تصعب مكافحة معظم الحشرات الاجتماعية ، مثل : النمل ، والنمل الأبيض بالمبيدات الحشرية .
فمنها ما يتغذى ويصل إلى مستوى البلوغ ، وتكون للمكائنه القدرة على إنتاج النسل ، وقد تؤدي
إضافة المركبات ذات التأثير على التكوين الشكلي إلى إحداث خلل في نمو الأفراد ، وعقم الأفراد
القادرة على إنتاج النسل . وتستمر عملية الانسلاخ وتظهر بعض الصفات المورفولوجية غير الكاملة
عند ملازمة الأطوار قبل الأخيرة هرمون الشباب .

ويمكن مكافحة الحشرات عند معاملتها بالمركبات الهرمونية ، وذلك بكسر العذارى والحشرات
الكاملة في وقت غير مناسب لحياة الحشرة . ومن المعروف أن هرمون الشباب ينظم عملية
السكون ؛ لذا يمكن التوصل إلى مركبات مثبطة لفعل الهرمون Anti hormone تعمل على منع أو تنبيه
السكون .

يعتمد التحكم في نمو المبايض على هرمونات الشباب . ويوقف غياب هذه الهرمونات التكاثر
ويمنع إنتاج النسل . وإذا تم التوصل إلى مركبات مضادة للهرمونات ، فإن معاملتها تعمل على تثبيط
النشاط الهرموني المنبه للتعدد التناسلية وقد يفتح ذلك مجالاً جديداً في المكافحة . ويعتبر إحداث الخلل
في النمو الجنيني من أفضل وسائل التطبيق الهرموني ؛ حيث توجد معظم هرمونات الشباب ، والتي
تعمل على منع تطور الجنين بعد تعريض البيض ، أو معاملة الإناث قبل وضع البيض .

كما سبق .. يتضح أن المعاملة بالمركبات المؤثرة على التكوين الشكلي ضد أطوار الحشرات غير
الكاملة قد تؤدي إلى موت هذه الحشرات نتيجة للخلل في نظام النمو ، والتطور . وقد يؤدي ذلك
إلى كسر سكون العذارى والحشرات الكاملة ، بالإضافة إلى حدوث خلل في النمو الجنيني . وتزداد
الفائدة العملية لهذه المركبات عند معرفة مدى تخصصها للأنواع الحشرية المختلفة ويزداد بالتالي أمانها
على الأعداء الحيوية ، والإنسان ، والفقاريات . ويقلل استخدامها بمجرات منخفضة من إمكانية
تلويثها للبيئة . كذلك يزيد ضعف تأثيرها السام على الحشرات من احتمالات عدم ظهور مقاومة
للحشرات تجاه فعل هذه المركبات . ولعل أهم الصعوبات التي تواجه تطبيق هذه المركبات على
نطاق واسع تكمن في عدم معرفة تركيبها الكيميائي على وجه الدقة ، بالإضافة إلى صعوبة تخليقها
بطريقة اقتصادية ، واحتمال ظهور سلالات مقاومة لفعلها ، وذلك لأن الحشرات تقوم بهم هذه
الهرمونات داخل جسمها عندما لا تكون هناك ضرورة لوجودها داخل جسم الحشرة .

الفصل الحادى عشر

مشبطات التطور الحشرية

أولاً : مقدمة

ثانياً : أهم النظريات التى تفسر فعل مشبطات التطور

ثالثاً : أهم مشبطات التطور الحشرية

الفصل الحادى عشر

مثبطات التطور الحشرية

Insect Development Inhibitors

أولاً : مقدمة

يتميز جليد الحشرة بأنه تكوين معقد يختلف عن جلد الفقاريات ، ويلعب الجليد دوراً هاماً في حياة الحشرة . وهناك بعض عناصر الضعف في الجليد أهمها :

١ - يلزم التخلص من الجليد القديم ، وبناء جليد جديد حتى يتم نمو الحشرة .

٢ - يجب أن يكون الجليد مانعاً لنفاذ الماء ، حتى يمنع الجفاف السريع للحشرات ذات السطح الكبير خاصة الأرضية .

تقوم الغدد الصماء ، بجانب العمليات البيوكيميائية العامة ، بدور حيوى في تكوين الجليد الجديد ، والتخلص من الجليد القديم ، حيث تتم عمليات النشاط التخليقى ، والتخزين ، ونقل الكربوهيدرات لتكوين الكيتين العديد السكر . ويلعب الحمض الأمينى « تروسين » دوراً بالغ الأهمية في بناء البروتينات ، والأرثوكتينونات اللازمة للتصلب Sclerotization ، وهذا الحامض مسعول عن تكوين المركبات الفينولية اللازمة لديغ البروتين وتحويله إلى سكليروتين ، كما تقوم الدهون بالعمل على منع نفاذ الماء . وقد تتكون أحياناً بعض المواد الخاصة ، مثل : البروتين المطاط Protein resilin ، والمواد المانعة لتأكسد الدهون في الجليد . ويتم هضم الجليد القديم بواسطة إفرازات إنزيمية خاصة ، كما يتم التخلص من بقاياها وقت الانسلاخ . ومن الضروري أن تكون هناك حماية كافية لمنع نفاذ الماء أثناء هذه العمليات . كما يلزم أن تبدأ جميع العمليات السابقة في فترة زمنية محددة ولمدة معينة . وفيما يلي أهم الهرمونات المؤثرة على هذه العمليات :

١ - هرمونا Ecdysotropin ، و Ecdysone ويعملان على تنبيه عملية الانسلاخ .

٢ - هرمون الشباب Juvenile hormone ويتحكم في شكل الجليد الجديد .

٣ - هرمون Bursicon ويبدأ عملية ديهج الجليد ، كما يبه إفراز الجليد الداخلى ، ويقوم بالسيطرة على فقد الماء وتجفيف الجليد .

ويعتبر الكيتين من أهم مكونات الجليد ، وهو مادة نيتروجينية عديدة التسكر مطابقة في تركيبها للمادة المكونة لجدار الفطر (الفطريين) . صيغتها الأولية ($C_8H_{13}O_5N$) وهي لأستيل جلوكونز أمين ترتبط بعدة مئات منه في سلسلة طويلة بروابط جلوكونوسيدية . ويوجد الكيتين في الجليد الداخلى بنسبة ٦٠٪ ، وفي الجليد الخارجى بنسبة ٢٢٪ من الوزن الجاف في الصرصور الأمريكى . أما البروتين فهو يكون غالبية الجزء غير الكيتينى في الجليد ، ويوجد بنسبة ٢٥ - ٣٧٪ من الوزن الجاف ، ويرتبط بالكيتين على أنماط مختلفة من الروابط المختلفة القوة .

ولا ترجع صلابة الجليد ، خاصة الخارجى إلى وجود الكيتين ، بل إلى وجود مادة كهرمانية أو بنية اللون تملأ المسافات بين خيوط الكيتين ، عند تصلب الجليد ، وترتبطها ببعض وهى عبارة عن بروتين مذبوغ أطلق عليه اسم السكليروتين . وترجع عدم نفاذية الجليد إلى دبغ الجليد الخارجى بالإضافة إلى طبقة الشمع .

عندما تنفصل خلايا البشرة من الجليد القديم ، وتبدأ في إفراز مكونات الجليد يمتلئ الفراغ بين الجليد القديم والجديد ، والمعروف بـ (فراغ الانسلاخ) بسائل بلازمى خفيف يعرف أيضاً باسم (سائل الانسلاخ) ، وتفرزه خلايا البشرة ، وأنابيب مليجي أحياناً . ووظيفة هذا السائل تتركز في هضم وإذابة الطبقات الداخلية من الجليد القديم . ويحتوى هذا السائل على بروتين ذائب ، وإنزيم هضم البروتين (البروتياز) ، وآخر هضم الكيتين (كيتيناز) . ويحتوى سائل الانسلاخ في معظم الحشرات على A- acetylglucosamine ، و Glucosamine ، ومعظم الأحماض الأمينية الطبيعية . ويتم هضم الكيتين بواسطة إنزيمين : الأول Chitinase وهو عديد التسكر ، والثانى Chitinase وهو قليل التسكر . ويؤثر سائل الانسلاخ على الجليد الداخلى فقط حيث يحلله بالكامل .

وكان من المعتقد أن الانسلاخ عملية إخراج ، يتخلص فيها جسم الحشرة من المواد الزائدة عن حاجته . ولكن لوحظ أن الجزء الأكبر من الجليد يتم امتصاصه داخل الجسم (الانسلاخ الداخلى Apolysis) ، وأن الجزء غير القابل للهضم (السكليروتين ، والكيوتيكولين) هو الذى يُطرح خارج الجسم (الانسلاخ الخارجى Ecdysis) . وتشبه حركة الحشرة التى ينتج عنها الخروج من الجليد القديم حركة الخروج من البيضة ؛ حيث تنقبض عضلات بطن الحشرة ، فتدفع سوائل الجسم إلى الرأس والصدر . وغالباً ما تتلعق الحشرة كمية من الهواء ، وعندما ينشق الجليد تسحب الحشرة نفسها من الجليد القديم . وتؤدى العضلات الظهرية البطنية ، والعضلات بين العنقية في البطن الضغوط اللازمة لعملية الانسلاخ . وعندما تخرج الحشرة من جليدها القديم يكون الجليد الجديد وقتها طرياً ومرنًا . وتأخذ الحشرة مرة أخرى في ابتلاع الهواء ، أو الماء بشدة ويزيد حجمها كثيراً . وتستمر عضلات الجسم في حالة انقباض حتى تجعل ضغط الدم داخل فراغ الجسم في مستوى عالٍ ، ويساعد الاحتفاظ بهذا الضغط في فرد الأجنحة . وعموماً .. يمكن القول بأن حجم الجسم ، وحجم الجناحين يتناسبان طردياً مع حجم الدم . ويكون الجليد في الحشرة حديثة الانسلاخ ، في

الغالب ، عدم اللون . وفي خلال الساعات القليلة بعد الانسلاخ يتصلب ويأخذ اللون الداكن . ويعتقد أن هذه التضاعلات الكيمائية المسؤولة عن تصلب الجليد تبدأ بتدخل الجهاز العصبي ، فالملح المسلول عن إفراز نوع من الهرمونات البيئية في الدم ، ويؤثر ذلك على خلايا البشرة ، ثم يصل في النهاية إلى تصلب الجليد . ويبدو أن مصدر هذا الهرمون هو الخلايا العصبية المفردة بالجزء الأوسط بين نصفي المخ . كما اكتشف أن هرمون Bursicon دوراً هاماً في تلون الجليد باللون الداكن في ذبابة اللحم . ويرجع تصلب الجليد وأخذه اللون الداكن إلى ديف البروتين وتحويله إلى سكليروتين . ويلعب التيروسين دوراً هاماً في هذا الصدد ؛ حيث إنه المسؤل عن تكوين المركبات الفينولية المسؤولة عن هذا التحول . ويلزم لإتمام هذا التحول .. وجود الأكسجين (اللازم لتصلب الجليد) ، وإنزيم الفينول أوكسيداز الموجود بكثرة في الجليد أو في الدم ، ومادة N-acetyl dopamine . وذلك حتى تتكون مادة الكينون التي تدبغ الجليد . ومن المعروف أن الأجزاء الداخلية من طبقة الجليد الداخلي تحتوي على مواد مختزلة تمنع تكوين الكينون ، فلا يتصلب فيها الجليد . ويرجع اكتساب اللون الداكن إلى ديف البروتين (السكليروتين) إضافة إلى ترسيب حبيبات الميلانين .

إذا حدث خلل في أى من العمليات المعقدة أثناء الانسلاخ تموت الحشرة ، وعليه .. فإن استخدام مبيطات تمنع تكوين الكيتين ، أو استخدام مركبات تؤدي إلى عجز الحشرة عن نزع جليدها القديم يسبب موت الحشرة في النهاية . وقد ظهرت في السنوات الأخيرة مجموعة من المركبات الحديثة في محاولة للتغلب على ظاهرة مقاومة الحشرات لفعل المبيدات ، تعرف بمبيطات التطور في الحشرات ، Insect Development Inhibitors (IDI) أو مبيطات تخليق الكيتين chitin synthesis inhibitors . وعلى العكس من IGR'S (مثل مشابهات هرمون الشباب) ، فإن هذه المركبات لا تنظم ولكنها تثبط العمليات الحيوية ، مثل التداخل في عملية ترسيب كيتين الحشرة . وعليه .. فإن جميع الأطوار الحشرية المعروفة بتكوينها جليد جديد تكون حساسة لهذه المركبات . وقد اكتشفت هذه المركبات كيميادات لليرقات عن طريق الفم . وبعد مزيد من الدراسة لوحظ امتداد نشاطها كمبيد بالملامسة على اليرقات كما أنها تمنع فقس البيض . ومن أهمها مركبات Diflubenzuron (Dimilin) ، Triflumuron (SIR 8514) ، وهي تستعمل الآن في مصر مخلوطة مع المبيدات العضوية المصنعة ، مثل : مركبات الفوسفور العضوية ، والكاربامات . وتتميز هذه المركبات ببطء تأثيرها Slow acting ، ويكون أثرها الباقي على النبات ثابتاً نسبياً .

ويمكن مكافحة اليرقات في الكثير من أنواع الحشرات ذات الأهمية الاقتصادية باستخدام هذه المركبات ، مثل : الحشرات ذات الجناحين ، والغشائية ، والحشرية ، والغمدية ، ونصفية الأجنحة ، وكذا بعض الأكاروسات والتمن . وهناك كثير من الحشرات التي تنغذى داخل الأماكن غير المكشوفة ، مثل : ديدان اللوز ، وديدان البزاع ، والثاقبات ، والتي لا يمكن مكافحتها تماماً بهذه المركبات ، وإنما يمكن توجيه المكافحة إلى البيض سواء من خلال المعاملة المباشرة ، أو تعرض الحشرات الكاملة لمتبقيات . وعند معاملة اليرقات تجدد الحشرة صعوبة في الانسلاخ بعد تناولها لهذه

المركبات ، ويفشل الجليد الجديد المشوه أو غير الكامل في مقاومة الضغط الداخلى خلال عملية الانسلاخ . ولا تعطى بالتالى تدعيماً كافياً للعضلات المسقولة عن عملية الانسلاخ ، ويؤدى ذلك إلى عدم قدرة الحشرة على التخلص من جليد الانسلاخ القديم ، فيحدث الموت . (وعليه .. فمن الضروري أن تسليخ اليرقة على الأقل مرة واحدة قبل تقديم نسبة الوفاء) .

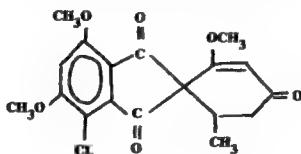
وليس لهذه المركبات صفة الجهازية في النبات ، ولا يمكنها اختراق وتخلل الأنسجة النباتية . وعليه .. فإن الحشرات ذات الفم الماص لا تتأثر بهذه المركبات ، وقد تعطى هذه الصفة القدرة الاختيارية بحيث لا تؤثر على معظم الحشرات الخارجة عن نطاق عملية المكافحة ، مثل : الطفيليات ، والمفترسات . كما تتميز هذه المواد بشكل عام بقدرتها على الثبات الكافى على سطح النبات ، وارتفاع النشاط البيولوجى لبقاياها . وإضافة إلى ما سبق .. فإن هذه المواد تتميز بالتحلل السريع في التربة ، والماء ، والسمية المنخفضة للتدييات ، والطيور ، والأسماك .

ثانياً : أهم النظريات التى تفسر فعل مضطبات التطور

١ - فشل العضلات فى الاتصال بالكيوتكل

يستخدم المضاد الحيوى Griseofulvin كميده فطرى فى الأغراض الزراعية . وقد بنى فعله الإبادى للفطر على تداخله فى تخليق كيتين الفطر (وهذه النظرية أصبحت الآن محل شك) . وقد أدى ذلك الاعتقاد إلى دراسة تأثير هذا المركب على الحشرات (Anderson عام ١٩٦٦) . حيث لوحظ أن تركيز ٢٠ جزءاً فى المليون يحدث خللاً فى نمو كيوتكل يرقات البعوض ، وقد يرجع ذلك إلى فشل العضلات فى الاتصال بالكيوتكل . كما لوحظ وجود تأثيرات مورفولوجية غير طبيعية على الأكاروسات بعد معاملة هذه المادة ، مثل : نقص الصبغات ، وتشوه فى بعض مناطق الجليد بالبطن .

وقد أظهرت الدراسات أيضاً أن مركب Polyoxin D مضط ناجح فى عملية تخليق كيتين الفطر ، مما يفسر تأثيره التثبيطى فى تخليق جدار الخلية الكيتينى . كما وجد أن لـ Polyoxin A صفات متميزة كمبيد حشرى ، بالإضافة إلى قدرته فى إحداث تأثيرات خاصة على جليد الحشرة . (الجرعة الكافية لإحداث ٥٠٪ موت بعد حقن النطاطات = ٥ ميكروجرام/ حشرة) .

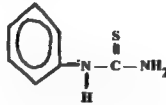


Griseofulvin

٢ - تثبيط إنزيمات الفينول أوكسيديز

تعتبر إنزيمات الفينول أوكسيديز Phenol oxidases ، الموجودة بالدم والجلب ، ضرورية جدًا لإنتاج الكينونات المدبوغة من الأحماض الأمينية العطرية . ويؤدي تثبيط هذه الإنزيمات إلى فشل عملية صلابة وتمامة الجلب . وقد وجد أن مجموعة مركبات الثيوروريا ، والمركبات القرية مثل (Dithio carbamates , 2- thiouracils) القدرة على تثبيط هذه الإنزيمات خارج جسم الحشرة ، حيث تكون مركبًا معقدًا مع عنصر النحاس في هذه الإنزيمات المعدنية . وقد لوحظ تثبيط كل من نمو الجلب ، وتكوين الصبغات في الحشرات المعاملة .

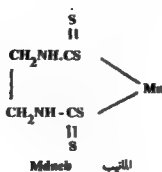
وقد تم تقييم مركب الفينيل ثيوروريا (PTU) كمبيد حشري لمكافحة قراشة الملابس والبعض ويرقات الذباب المنزلي . وقد وجد wallis (١٩٦١) أن يرقات البعوض تعاني من نقص الميلانين ، كما طالت فترة الطور اليرقي وذلك بعد تعرضها لمركب (PTU) بتركيز عالي (١ ملليمول) . وقد لاحظ Mcfarlane (١٩٦٠) فعل بعض المركبات ، مثل : الثيوروريا ، صوديوم داي إيثيل داي ثيو كاربامات على بيض صراصير الغيط ، وأشار إلى أن الفعل السام يرجع إلى نقص مستوى إنزيم الفينول أوكسيديز ، ويؤدي هذا إلى منع دبح الكوريون والسماح بامتصاص الماء . وقد أظهرت بعض الدراسات انخفاض مستوى النشاط الإنزيمي داخل جسم الحشرة ، مع حدوث السمية نتيجة لتثبيط تكوين ونمو الجلب . وقد درس Edelman & Posnova عام (١٩٧٠) تأثير التغذية بمركب من مشتقات الثيوروريا على عدد كبير من الحشرات ، ولم تظهر أية تأثيرات سامة إلى أن فشلت الحشرة في التخلص من الجلب القديم . وانخفض مستوى المحتوى الصبغي في بعض الأنواع ، وكذلك التصلب في الجلب الجديد ، كما انخفض مستوى نشاط إنزيم الفينول أوكسيديز بمعدل ٣٠ - ٦٠٪ في الحشرات المعاملة . وقد ظهرت تأثيرات مشابهة على الانسلاخ وتخليق الجلب عند حقن الثيوروريا في يرقات ديدان الحرير ، وذلك بسبب النقص الواضح في نشاط إنزيم الفينول أوكسيديز .



1- Phenyl- 2- thiourea

أظهرت الدراسات أن العديد من المبيدات الفطرية من مجموعة الديا ثيوكاربامات ذا تأثير معنوي في منع انسلاخ الحشرات ، ولم تعرف بعد طريقة لإحداث مثل هذا التأثير ؛ إذ أدى مركب ziram بتركيز ٥ - ١٠ أجزاء في المليون ، إلى تأخير تعذر يرقات البعوض كما كان لمركبي Zineb ، Maneb

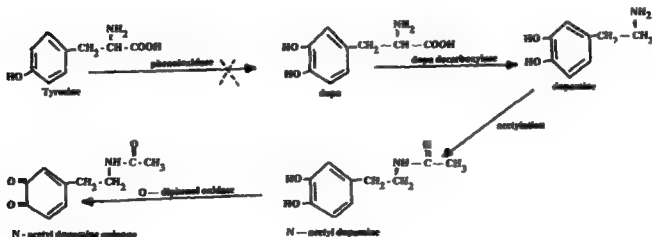
تأثير كامل في منع انسلاخ الذئب الأبيض ، ثم حدوث الموت في النهاية . وقد أشار McMullen علم (١٩٧٠) إلى أن التأثير السام لمركب Maneb يرجع إلى الأضرار الخلوية الناشئة من التأثير على إنزيمات Sulfhydryl ، وربما الانزيمات القابضة على المعادن .



DOPA decarboxy lase

٤ - ضبط انزيما ت

تمثل إنزيمات الفينول أوكسيديز أحد الأهداف التي يمكن مهاجمتها ، بالإضافة إلى ذلك يمكن تثبيط إنزيم DOPA decarboxylase ، والذي يحول DOPA إلى dopamine المؤدى في النهاية إلى تكوين الكينونات المدبوعة كما في شكل (١١ - ١) .



فكل (١١ - ١) : كيفية منع تكوين الكائنات كمنفعة للتخطيط الإنشائي .

ومن أمثلة مثبطات إنزيم DOPA decarboxylase مركب : 3-(3,4-dihydroxy phenyl)- 2- hydrazino- 2- methyl- propionic acid ، والذي يمنع تصلب الغلاف العنري لذبذب الاسطيلات بتركيز ٥ ميكروجرام/ عناء ، ويؤدي في النهاية إلى حدوث الموت .

٤ - تخفيز إنتاج بعض المركبات قبل تمام تكوينها

أظهرت بعض الدراسات نماذج لعملية الدبغ المبكر للجليد قبل استكمال الحشرة لانسلاخها ، وقبل تمام شكلها الجديد . وقد لوحظ ذلك مع استخدام JHA ، وكذلك مع استخدام الأحماض الدهنية المشبعة . وقد يسبب الخلل في الكثير من المناطق أثناء الانسلاخ نفس النتيجة . وعلى سبيل المثال .. فإن تخفيز تخليق المركبات المسئولة عن دبغ البروتين قبل تمام تكوينه ، أو إطلاق هرمون Bursicon قبل تمام نضجه يؤدي إلى فشل الحشرة في الانسلاخ والموت .

٥ - إحداث خلل في المحتوى المائي للجليد

ويتضمن ذلك المواد الكاشطة الخاملة ، والمساحيق التي تدمص الشمع Silica aerogels ، والتي تستخدم لمكافحة الحشرات المنزلية وحشرات الحبوب المخزونة . وقد لاحظ Turpin & Peters (١٩٧١) الأضرار الناتجة عن الجفاف في ديدان جنور اللرة ، والتي تفضل التربة الطفلية عن الرملية ؛ حيث تؤدي الأخيرة إلى تخرج طبقة الجليد الدهنية ، وإحداث الموت في النهاية . وقد أظهرت الدراسات الحديثة وجود بعض النظم الفسيولوجية المسيطرة على حركة الماء في الجليد . وعلى سبيل المثال .. وجد winston & Beament (١٩٦٩) أن الطاقة اللازمة للجليد (مضخة الماء) تقع في منطقة البشرة ، وتعمل على خفض التوتر المائي في الجليد مقارنة بالهيموليف .

أشار Cline (١٩٧٢) إلى تميز بعض الأمينات الدهنية بقدرتها على تلف ، أو تدمير الحواجز التي تمنع نفاذ الماء في جليدبيض العوض ، ويحدث الموت نتيجة للجفاف . كما لاحظ Sun & Johnson (١٩٧٢) أن العديد من السموم العصبية تعمل على الفقد السريع للمحتوى المائي في الحشرات المعاملة ، وذلك قبل ظهور أعراض التسمم بها . واقترح أن هذه المركبات تتداخل مع نظم التحكم العصبية والمسئولة عن الحد من فقد الماء خلال الجليد .

٦ - تثبيط تخليق الكيتين وتثبيته نشاط بعض الإنزيمات

لوحظ أن مجموعة مركبات 1- benzoyl - 3- phenyl urcas ، والتي تتميز بقدرتها على قتل وإبادة الحشرات ، تأثيراً ضاراً على انسلاخ الحشرة . وهذه المجموعة من المركبات غير سامة على الحشرات الكاملة ، أو غير الكاملة عند معاملة قميًا . وتتميز هذه المجموعة بسميتها المحدودة على الفقاريات والنباتات . ولكن بعد هضم هذه المركبات .. يفشل العديد من الأطوار غير الكاملة في التحول إلى حشرة كاملة ثم تموت في النهاية . وقد يعزى ذلك إلى التداخل في عملية ترسيب الجليد ، وفشل بناء الجليد الداخل . وقد أشار البعض إلى أن هذه المركبات لا تتداخل مع التنظيم الهرموني للانسلاخ ، وهي لا تشبه JHA في تأثيرها على استمرار انسلاخ اليرقة إلى يرقة أخرى . وقد اقترح أخيراً أن هذه المركبات تثبط تخليق الكيتين في يرقات حرشفية الأجنحة ، كما تثبه نشاط إنزيمي Chitinase ، وإنزيم

Cuticular phenol oxidase في مرققات الذباب المنزلي . وأى من هذين التأثيرين ، أو كلاهما يؤدي في النهاية إلى تكوين جليد رقيق وضعيف . وأوضحت الدراسات الحديثة أن طريقة فعل مركبات البنزويك فينيل يوريا تتركز في تثبيط ، وتخليق ، وترسيب الكيتين في جليد الحشرات . ويقال إن هذه المجموعة من المركبات تؤثر على الخطوة النهائية في تخليق الكيتين . وهناك افتراضان لعمل هذه المركبات :

الافتراض الأول

إن مركب الديميلين يبه نشاط إنزيمى الفينول أوكسيديز Phenol oxidase ، والكيتينيز C'itinase ثم يتداخل في تكوين الكيتين بالجليد .

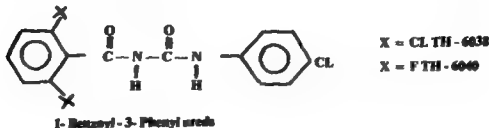
الافتراض الثاني

إن مركب الديميلين يقلل نشاط الإنزيمات المسؤولة عن هرمون Ecdysone ، وبالتالي تنبه زيادة مستوى الهرمون إنزيم الكيتينيز ، وتمنع الترسب المناسب للكيتين في الجليد الجديد .

أوضحت الدراسات الحديثة عن تأثير Diflubenzuron على الذباب ، قدرة المركب على تثبيط تخليق DNA في أقراص بلوغ خلايا البشرة ، ويمنع بالتالى تكوين خلايا البشرة البالغة في منطقة البطن ، كما يمنع تخليق الكيتين . ويمكن القول بأن تثبيط تخليق DNA هو أول مرحلة في فعل الداى فلو بنزايرون ، وأن تثبيط تخليق الكيتين هو المرحلة الثانية .

من الجدير بالذكر أن بعض الدراسات المتقدمة قد أشارت إلى أن مركب الداى فلو بنزايرون يشبط فعل إستريزات هرمون الشباب في حشرة سوس اللوز ، مما يؤدي إلى تكوين حالة وسطية بين العذراء والبرقة . لذا .. يشار إلى أن هذا المركب يشبط عدداً من النظم الإنزيمية في حشرات مختلفة ، وأن تأثيره في بعض الحالات على تخليق الكيتين هو مرحلة ثانية .

وقد أجريت دراسات على العلاقة بين التركيب الكيميائى لهذه المركبات ونشاطها على الجليد ، وأظهرت وجود اختلافات واضحة في الحساسية بين الأنواع المختلفة من الحشرات وأبرز مثالين لهذه المجموعة هما مركبى : (TH - 6038) ، (TH - 6040) .



وقد دخل المركب الأخير TH-6040 اختبارات التقييم في مصر تحت اسم الدييلين ، أما المركب الثاني الذى يثير الانتباه من الوجهة التطبيقية ، والذى يتميز بتخصص عالٍ وفعل واضح على جليد الحشرة هو : 2,6-di-t-butyl-4-(dimethyl benzyl) phenol ، أو ما يعرف باسم (MON-0585) . وقد ظهر هذا المركب كمييد ليرقات البعوض ، ويتميز بانخفاض تأثيره على الحشرات الأخرى ، وهو آمن إلى حد كبير على الحشرات النافعة والفقرات . وعند معاملته ضد يرقات البعوض لا تظهر اليرقات تأثيرات مرضية فورية . ويختلف وقت التأثير عن معظم JHA ؛ حيث يمنع خروج الحشرات الكاملة بمعدل أكبر من منعه للتغذ . وقد اقترح أن هذا المركب يشبط لإنزيم الفينول أوكسيداز ، ولكن معدل فعله على الإنزيم متوسط . ومازالت طريقة تأثيره غير معروفة ، ومن المحتمل أن تشابه التأثير الهرمونى .

٧ - التأثير البيوكيميائى على نسبة البروتين - الكيتين

أظهرت الدراسات ، التى أجريت على يرقات الذباب المنزلى ، أن زيادة تركيز مثبط التطور الحشرى تؤدي إلى زيادة خفض كمية كيتين الجليد دون أى تأثير على مستوى بروتين الجليد . ونتيجة لذلك ترتفع النسبة بين البروتين والكيتين من ٣,٠٤ في اليرقات غير المعاملة ، إلى ٨,٩٧ و ٦,٩٨ مع المعاملة بتركيز ١٠٠٠ جزء في المليون من التراى فلومرون ، والذى فلونيزيرون على الترتيب . وقد يرجع هذا الخلل إلى الصفات الطبيعية الحيوية والبيوكيميائية للجليكوبروتين ، والذى يمثل المكون الأساسى للجليد الداخلى . وقد تؤثر هذه الزيادة في نسبة البروتين - الكيتين على المرونة ، وبالتالي على ثبات الجليد ، وهاتان الصفتان هامتان في مرحلة الانسلاخ .

وفي دراسات على الفصل الكهربى لبروتين جليد يرقات الذباب المنزلى ، لاحظ الكردى علم (١٩٨٥) وجود ١٦ حزمة مختلفة من البروتين ، بينما ينخفض العدد إلى ١٢ حزمة نتيجة المعاملة بالداى فلونيزيرون ، والتراى فلومرون بتركيز ١٠٠ - ١٠٠٠ جزء في المليون . وقد يرجع ذلك إلى عدم كفاية التخليق الإنزيمى بسبب المعاملة بمثبطات التطور الحشرية . وفي دراسة أخرى .. لوحظ أن اليرقات المعاملة بالداى فلونيزيرون ، قد أظهرت انخفاضاً واضحاً في حزم البروتين ، مع زيادة في كثافة بعض الحزم البروتينية .

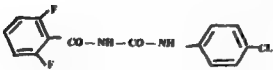


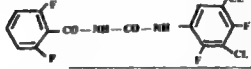
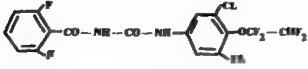
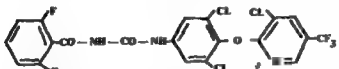
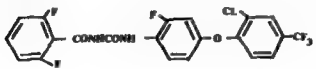
٨ - التأثير على ميكانيكية النفاذ

أجريت هذه الدراسة على أجنحة الحشرة الكاملة *Leptinotera decemlineata* ، والتي تنخفض فيها ميكانيكية النفاذ تدريجياً حتى اليوم العاشر بعد خروج الحشرة الكاملة . وقد لوحظ أن المعاملة بالداى فلونيزيرون خلال هذه الفترة تؤدي إلى حدوث تغير في مستوى النفاذية ؛ حيث تؤدي إلى إيقاف خفض ميكانيكية النفاذ . ويرجع ذلك إلى وقف تكوين الكيتين . وقد لوحظت زيادة سمك الجناح Elytra نتيجة المعاملة دون أن يرتبط هذا بأية تغيرات قياسية في النفاذية ؛ مما يوحي بأن خفض

النفاذية لا يرتبط بالزيادة في السمك . وعموماً .. يمكن القول بأن تأثير الداي فلو بنزيرون على النفاذية يرجع إلى تداخله مع نظم الكيتين - البروتين في الجناح . ولم تظهر في هذه الدراسة أية تأثيرات مباشرة للمعاملة بالدای فلو بنزيرون على ديف البروتين .

ثالثاً : أهم مشتقات التطور الحشرية

جدول (١١ - ١) : التركيب الكيميائي والمستحضر التجاري لأهم مشتقات التطور الحشرية .

التركيب الكيميائي	التركيز وعسرة المستحضر	الاسم التجاري	ثلاثة أرقام
	W.P. %٧٥	Diflufenuron	Dumlin
	E.C. %٦,٥	Trifluralin	BYA 51R 8514
	W.P. %٧٥	Penfluron	PH 60-44
	F.L. %١٥	Teflubenzuron	CME 134
	E.C. %٥	Benzoyl(phenyl)urea	XRD 473
	E.C. %٥	Chlor-fluazuron	Atabron (IKI)
	E.C. %٥	Phenoxazuron	Cascade

تأثير مركب Diflubenzuron على البيض

أظهرت الدراسات حتى عام ١٩٧٥ أن منع فقس البيض في الإناث المعاملة هو نتيجة لفعل تعقیمی . وقد لوحظ حديثاً أن جنين بيض الإناث *Leptinotarsa decemlineata* المعاملة بمركب الداى فلوبنزيرون يكون منطقة جليدية غير منتظمة لاشكل لها Amorphous ، وذلك بدلاً من الصفائح الجليدية العادية . ومن المحتمل أن تفشل الأجنة في استخدام عضلاتها لترك البيض عند الفقس . ويرجع ذلك لعدم صلابه الجليد ؛ مما يؤكد رجوع التأثير على البيض إلى التداخل مع تخليق الكيتين . وهناك عوامل كثيرة تؤثر على النشاط الملاصق المباشر للداى فلوبنزيرون على البيض ، منها :

١ - مستحضر المركب

تتعلق الأهمية الأولى لمستحضر المركب إلى حجم الحبيبات . وتتعلق الأهمية الثانية بالمواد المساعدة التي تزيد من انتشار المركب على السطح المعامل . وقد أظهرت الدراسات ارتفاع كفاءة المركب إلى عشرة أضعاف ، وذلك إذا كان في صورة مستحضر سائل ، بالمقارنة إلى صورته على هيئة معلقات الحبيبات المسحوق وسط السائل . كما يتوقف استخدام الناشرات على طبيعة السطح المعامل ؛ حيث يلزم استخدام الناشرات عند معاملة أوراق الكرنب لمكافحة بيض أى دقيق الكرنب ، بينما يمكن الاستغناء عنها عند معاملة أوراق البطاطا لمكافحة بيض *Leptinotarsa decemlineata* .

٢ - عمر البيض

يقل نشاط مركب الداى فلوبنزيرون الإبادى مع ازدياد عمر البيض . وتؤكد الدراسات التي أجريت على بيض دودة ورق القطن والذباب المنزلى هذه النتائج .

٣ - نسبة الرطوبة

تزداد نسبة إبادة البيض عند استخدام الداى فلوبنزيرون ، مع ارتفاع نسبة الرطوبة .

أشار Ascher & Nemny عام (١٩٧٤) إلى سمية مركب الداى فلوبنزيرون ضد بيض دودة ورق القطن عند غمره تحت الظروف المعملية ؛ حيث أدى تركيز ٠,٢٥ جزء في المليون (مادة فعالة) إلى منع فقس بيض دودة ورق القطن . كما أوضح Grosscut عام (١٩٨٠) أن قدرة مركب الداى فلوبنزيرون على منع فقس البيض ترجع إلى قدرته على منع تخليق الكيتين ؛ وبالتالي تفشل البرقات في استخدام عضلاتها حتى تحرر نفسها من جدار البيضة . كما أظهرت النتائج التي حصل عليها مصطفى ، والعتال (١٩٨٥) كفاءة التراى فلوميرون كمبيد لبيض دودة ورق القطن . ويعتبر ماقامته به حسين وآخرون عام (١٩٨٥) من أهم الدراسات التي أجريت في هذا الصدد لمقارنة التأثير السمي لمبيط التطور الحشري (IKI) ، مع بعض المبيدات الحشرية الحديثة ضد بيض دودة اللوز

الأمريكية ؛ حيث أظهرت النتائج الكفاءة العالية له كمبيد ليض دودة اللوز الأمريكية ، وبلغت قوته ١٨,١٣ مرة بالمقارنة بالمبيد الفوسفوري السيانوفوس . ويوضح جدول (١١ - ٢) ذلك . كما أشارت نفس الدراسة إلى الفعل المقوى لمشط تخليق الكيتين (IKI) عند خلطه مع كل من الكلوربيرفوس ، والميثوميل ضد دودة اللوز الأمريكية ، بينما أظهر فعلاً إضافياً مع كل من السيانوفوس ، والفينروباثرين ، والفانفاليارات جدول (١١ - ٣) .

جدول (١١ - ٢) : الكفاءة النسبية لبعض مشططات التطور والمبيدات ضد دودة ورق القطن .

المركب	التركيز النسبي القاتل (جزء في المليون)	الكفاءة النسبية
IKI	٨٠	١٨,١٣
كلوربيرفوس	٩٦٠	١,٥١
سيانوفوس	١٤٥٠	١, -
ميثوميل	٨٢٥	١,٧٦
فينروباثرين	٥٠٠	٢,٩٠
فانفاليارات	٥٥٠	٢,٦٤

جدول (١١-٣) : الفعل المشترك لبعض المبيدات الحشرية مع IKI ضد دودة اللوز الأمريكية .

مخلوط المبيد مع IKI ١ : ١	عامل السمية المشتركة
كلوربيرفوس + IKI	٣٢,٢٠ +
سيانوفوس + IKI	١٦, - +
ميثوميل + IKI	٢٩,٤١ +
فينروباثرين + IKI	١١,١١ +
فانفاليارات + IKI	١٢,٢٨ +

الفعل التقييمي لمبيطات التطور الحشرية

يعتبر الفعل التقييمي من أهم عناصر تقييم المركب على المدى الطويل . وهو من العناصر المرجحة لاستخدام مبيطات التطور الحشرية ضمن وسائل التحكم المتكامل للآفات ؛ حيث أظهرت الدراسة التي قام بها مصطفى ، والعتال (١٩٨٥) قدرة مركب التراى فلوميرون في إحداث عمق لفراشة دودة ورق القطن بلغ حوالي ٦٧٪ . كما أوضحت النتائج التي تحصلت عليها حسين وآخرون عام (١٩٨٥) ، أن مبيط التطور الحشري IKI قد أحدث تحكما في الكفاءة التناسلية لدودة اللوز الأمريكية بلغ حوالي ٥٨,٨١٪ ، بالمقارنة بـ ٢,٩٤٪ لمركب الميثوميل جدول (١١-٤) ، بينما بلغ التحكم في حيوية البيض حوالي ٥٢,٥٪ لمركب IKI بالمقارنة بـ ٦,٢٩٪ لمركب الميثوميل . ويعتبر التأثير التقييمي لمبيطات التطور الحشرية أحد الميزات النسبية الهامة التي يتفوق بها على المبيدات الحشرية .

جدول (١١ - ٤) : الفعل التقييمي لمبيطات التطور الحشرية .

المركب	عدد البيض/ أنثى	التحكم في الكفاءة التناسلية (%)	اللقس (%)	التحكم في حيوية البيض (%)
IKI	٢١١,٦	٥٨,٨١	٤٣,١٦	٥٢,٥٠
كلوربيريفوس	٤٧٦,٦	٧,٢٢	٧٩,١٤	١٢,٩٠
سيانوفوس	٤٣٩,٢	١٤,٥٠	٨١,٧٣	١٠,٠٥
ميثوميل	٤٩٨,٦	٢,٩٤	٨٥,١٤	٦,٢٩
فينبروباثرين	٤٨٧,٣	٥,١٤	٤٣,٩١	٧,٦٥
فنفاليرات	٤٧٩,٥	٦,٦٦	٨٠,٢٩	١١,٦٣
مقارنة	٥١٣,٧	—	٩٠,٨٦	—

تأثير خلط المبيدات الحشرية ، ومبيطات التطور الحشرية على الاقتدار الحيوي لدودة ورق القطن

١ - أظهرت الدراسات التي أجراها حسين وآخرون عام (١٩٧٧) أن خلط الديلمين مع السيولين ، أو الدروسيان بنسب مختلفة أدى إلى نتائج أكثر فعالية ضد العمر اليرق الرابع لدودة ورق القطن ، خاصة مخلوط الديلمين والسيولين بنسبة ١ : ١ . وقد كان له تأثير واضح على زيادة نسبة الموت بمرور الوقت بعد المعاملة . وقد كانت السلالة الحساسة أكثر تأثراً من السلالة المقاومة لدودة ورق القطن .

٢ - أوضحت الدراسات التي أجراها عبد المجيد وآخرون عام (١٩٨٦) تأثير معدل تعذر ورق القطن بمخلوط المبيد مع مبيط القطن . وقد أظهر مبيط القطن الحشرى IKI كفاءة أكثر من SIR في خفض نسبة التلف سواء استخدم بمفرده ، أو مخلوطاً مع المبيدات المختبرة ، ويزداد الأثر المتأخر للمخاليط مع زيادة الجرعة المستخدمة من مبيط القطن الحشرى ؛ حيث ازدادت سمية الميثوميل معنوياً عند خلطه بـ IKI أو SIR ؛ إذ تقوم مبيطات القطن بتقوية سمية المبيدات المختبرة . وقد كانت العنارى المعاملة أقل في الوزن من المقارنة ، بالإضافة إلى انخفاض معدل خروج الفراشات . كما أدت مخاليط ، ومبيطات التطور الحشرية إلى خفض القدرة التناسلية . وتتفق هذه النتائج مع ما وجدته جاد الله وآخرون عام (١٩٧٩) ضد حشرة البودة القارضة باستخدام الديجيلين .

الفعل الإبادى لمبيطات التطور الحشرية ومخاليطها مع المبيدات ضد دودة ورق القطن

أظهرت الدراسة التي قام بها مصطفى ، والعتال القدرة المتوسطة لمركب التراى فلوميرون على تثبيط تطور يرقات العمر الرابع لدودة ورق القطن إلى حشرات كاملة ، وذلك بالمقارنة بمجموعة من المبيدات الحشرية الموصى باستخدامها جدول (١١-٥) . كما أظهرت نفس الدراسة أن خلط التراى فلوميرون مع معظم المبيدات الحشرية المستخدمة قد أعطى تأثيراً مقبولاً للمخلوط جدول (١١-٦) . وقد يحزى ذلك إلى التداخل الطفرى للتراى فلوميرون مع الإنزيمات الهادمة للمبيدات (الجندى وآخرون عام ١٩٨٣) .

جدول (١١-٥) : تأثير مركب التراى فلوميرون ، وبعض المبيدات الحشرية على تثبيط تطور العمر الرابع لدودة ورق القطن .

التركيز الميكافى لتثبيط تطور ٢٥٪	المركب
من اليرقات مليجرام/ لتر	
٦,٥٠	تراى فلوميرون
-٠,٤٢	دلتا ميثرين
٤,٠-	فينغليات
٨,٢٠	كلوربيريفوس
١٠٠,٠-	فوسفولان
٤٥,٠-	ميثوميل

جدول (١١-٦) : الفعل المشترك للتراى فلوميرون ، وبعض المبيدات الحشرية على يرقات العمر الرابع لدودة ورق القطن .

مخلوط	عامل السمية المشتركة
دلتا ميثرين + تراى فلوميرون	٨٤ +
فينثاليرات + تراى فلوميرون	٧٢ +
كلوربيريفوس + تراى فلوميرون	٥٠ +
فوسفولان + تراى فلوميرون	١٠ +
ميثوميل + تراى فلوميرون	٧٦ +

وعلى العكس مما سبق .. فقد أظهرت دراسات خلط السيانونكس (سيانوفوس) مع بعض مبيدات النمو الحشرية انخفاض التأثير المقيى لهذه المركبات ، جدول (١١-٧) ، على يرقات دودة ورق القطن مما يشير إلى أن عمليات الخلط تحتاج إلى دراسات متأنية تتعلق بالصفات الطبيعية ، والكيميائية لمكونات المخلوط ، وكذلك القابلية للخلط ، أو التوافق الخلطي .

جدول (١١-٧) : الفعل الإبادى لمخلوط السيانونكس مع بعض مبيدات التطور الحشرية ضد يرقات دودة ورق القطن .

المعاملات	مخبر المادة	النسبة المئوية للموت على الفترات				
	الفعالة	٢٤ ساعة	٥ أيام	١٠ أيام	١٥ يوماً	الأثر الباقى %
سيانونكس + ١٣٤ CME	١٠ + ٥٠٠	٤٤	١٠٠	٩٨	٨٩	٩٣,٥
سيانونكس + ١٥٠ IKI	١٥ + ٥٠٠	٤٨	١٠٠	٩٨	٩١	٩٤,٦
سيانونكس + ٢٠٠ XRD	٢٠ + ٥٠٠	٤٥	١٠٠	٩٩	٩٨	٩٧,٠
سيانونكس + ٢٥٠	٢٥ + ٥٠٠	٤١	٩٨	٩٤	٩٢	٩٨,٠
سيانونكس + ٣٠٠	٣٠ + ٥٠٠	٨٨	١٠٠	٩٩	٩٠	٩٣,٠
سيانونكس + ٢٠٠	٢٠ + ٥٠٠	٤٤	١٠٠	٩٤	٩٣	٩٤,٠
سيانونكس + ٢٥٠	٢٥ + ٥٠٠	٤١	١٠٠	٩٨	٧٣	٩٣,٥
سيانونكس + ١٥٠	١٥ + ٥٠٠	٤٧	١٠٠	٩٩	٩٢	٨٦,٠
سيانونكس + ٢٠٠	٢٠ + ٥٠٠	٥٣	١٠٠	١٠٠	١٠٠	٩٥,٤
سيانونكس + ٥٠٠	٥٠٠	٥٦	١٠٠	٩٨	٩٨	١٠٠,٠
سيانونكس						٩٨,٠

وفى النهاية .. نود الإشارة إلى أن معاملة بعض الآفات بمبيطات التطور الحشرية قد تؤدي إلى انخفاض مستوى المقاومة للعديد من المبيدات الحشرية ، بل قد تؤدي كذلك إلى زيادة الحساسية لفعل المبيدات في الأجيال المقبلة (الجنلى وآخرون ١٩٨٥) . وقد ترجع هذه الميزة استغلال مبيطات التطور الحشرية خلطاً مع المبيدات الحشرية لتحقيق حدة المقاومة ، وهذه نقطة تحتاج إلى مزيد من الدراسة . إضافة إلى ما سبق .. يجب أن نهم الدراسات في هذا الميدان بأثر تتابع الرش بمبيطات التطور الحشرية ، والمبيدات الحشرية على مستوى مقاومة الآفات لفعل المبيدات .

الفصل الثانى عشر

منظمات ومبطلات النمو فى الحشرات — المقاومة والمستقبل

أولاً : مقدمة

ثانياً : المقاومة لمنظمات النمو فى الحشرات

ثالثاً : التخلب على مقاومة منظمات النمو الحشرى

الفصل الثانى عشر

منظمات ومثبطات النمو فى الحشرات - المقاومة والمستقبل

Insect Growth Regulators and Inhibitors

Resistance and Future

أولاً : مقدمة

لخص العالم Williams عام ١٩٦٧ السنوات الأخيرة من الجهد فى عالم تطور كيمياء المبيدات بمقالاته المشهورة تحت عنوان « الجيل الثالث للمبيدات Third generation of pesticides » . وقد ساعدت محاضراته عن الزيت الذهبى Golden oil لحشرة السيكرويا فى تعريف تركيب أول هرمون للشباب (JH) ، كما ساعدت فى تخليق مشابهاته . ولعل هرمونات الحشرات تتمتع الآن بإمكانية كبيرة للعمل كمبيدات حشرية تتميز بالخصوص ، بالإضافة إلى حمايتها من تطور المقاومة ، رغم أن الافتراض الأخير لم تثبت صحته فى الدراسات التى أجريت بواسطة Dyte عام ١٩٧٢ ، والتى أوضح فيها أن السلالات المقاومة للمبيدات تظهر مقاومة مشتركة لهرمونات الشباب ومشابهاها .

وتتطور المقاومة إذا أخذ فى الاعتبار مايل :

(أ) أن أى حشرة لها القدرة على تنظيم هرموناتها الداخلية بالتمثيل .

(ب) جزيئات المركب الغريب الخارجى (المعامل) تعامل دائماً كمركبات غريبة Xenobiotic ، وبالتالي فهى تتبع عمليات فقد النشاط العادية ، والتى ترتبط دائماً بمقاومة مبيدات الآفات المعروفة .

وتعزى المقاومة لمشابهاها الهرمون وغيرها من منظمات النمو فى الحشرات نتيجة النقص فى النفاذية - وزيادة التمثيل ، بينما لم تعرف بعد مقاومة مكان التأثير أو الهدف ، ولذا فإن توقعات Williams فى هذا الجزء تعتبر صحيحة ، لأن الحشرات لاتصبح مقاومة بشكل حقيقى لهرموناتها

الداخلية ، ولذا فقد تطورت الوسائل والطرق التي تعمل على تجنب الخلل في نمو الحشرة بواسطة الهرمونات الخارجية ومثاباتها .

Insect growth Regulators

منظمات النمو في الحشرات

من المهم معرفة بعض المصطلحات قبل الدخول في مناقشة مقاومة منظمات النمو في الحشرات ، فقد بدأت مرحلة أو عمر الجيل الثالث للمبيدات منذ التوصل إلى مشابهاة هرمونات الشباب (JHM ، JHA) . ويطلق على مشابهاة المنتجات الطبيعية لليرثرم والروتينون اسم البيروثرويدات Pyrethroids ، والروتينويدز Rotenoids . وقد أطلق العالم Hideo اصطلاح Juvenoids لمشابهاة هرمونات الشباب (JHM₂) . ونظرًا لأن المعاملة بهرمونات الغدد الصماء تؤدي إلى مشاكل في التنظيم داخل الحشرة ، فقد أطلق عليها منظم النمو الحشري Insect Growth Regulator . وتقع قوة أو ضعف اصطلاح (IGR) في تشابه مع بعض منظمات النمو النباتي الناجحة (PGR) . وتشمل المركبات التي تقع تحت مظلة IGR مشابهاة هرمونات (JHMs) ، ومثبطات تخليق الكيتين Chitin synthesis inhibitors ، ولو أننا نقضل أن يشار إليها بمثبطات التطور الحشرية Insect Development inhibitors .

التطورات المحتملة للجيل الثالث من المبيدات

امتدادًا لتعريف Williams عن الجيل الثالث للمبيدات يمكن الإشارة إلى أن الجيل الأول للمبيدات يتميز بأنه عبارة عن الوسائل الكيميائية التي ظهرت منذ عشرات السنين بطريقة المحاولة والخطأ . ويشمل المبيدات الكلورينية ، والكاربامات ، والفوسفورية العضوية الناتجة من خلال برامج التخليق المعقدة ، والتي بدأت بظهور الـ د.د.ت ، ويشمل الجيل الثالث هرمونات الحشرات . وإذا امتدت هذه المراحل باكتشاف مركبات ذات طرق فعل جديدة يمكن أن تتوقع ظهور الجيل الرابع والخامس والسادس ... الخ ، ولذا يمكن القول إن الجيل الثالث ليس نهاية ظهور مركبات جديدة ، ولذا يستخدم تعريف الجيل الثالث للتصير عن العملية التي تقود إلى مركبات ذات نشاط بيولوجي ، وعلى ذلك فإن وسيلة الجيل الثاني لتطور وظهور المبيدات تتضمن عمليات التقييم ، وعمليات تخليق مركبات تتميز بالنشاط البيولوجي المباشر . أما وسيلة الجيل الثالث .. فهي تشمل استخدام الدراسات الفسيولوجية والبيئية على الأنواع المستهدفة وغير المستهدفة من خلال برامج تخليق مباشر لإنتاج مركبات يمكن قبولها بيئيًا Environmentally acceptable chemicals .

معظم المبيدات الحالية هي هجن ناتجة من وسائل الجيل الثاني والثالث معًا ، أما مشابهاة هرمون الشباب ، فهي أكثر قربًا والتصاقًا بالجيل الثالث ، مع الأخذ في الاعتبار أن أساسيات تخليقها ناشئة من الجيل الثاني . أما منظمات نمو الحشرات الأخرى ، مثل مضادات هرمونات الشباب Anti-JHs (Anti-JHs) ، وكنذا مركبات Benzoyl-phenyl-ureas ، فقد اكتشف معظمها

بواسطة وسائل الجيل الثاني . ولعل أبرز مثال ناتج من وسائل الجيل الثالث هو مشابهات الـ د.د.ت القابلة للتحلل البيولوجي Biodegradable DDT mimics ، وكذا مشتقات الكاربامات والمبيدات الفوسفورية العضوية التي تتميز بزيادة أمانها وتخصيصها ، رغم أن مركباتها الأصلية ظهرت في الجيل الثاني ، إلا أن تطورها المتتابع يقع في الجيل الثالث .

ثانيًا : المقاومة لمنظمات النمو في الحشرات

١ - المقاومة المشتركة

(أ) للمقاومة المشتركة لمشابهات هرمون الشباب

عرفت المقاومة المشتركة لمنظمات النمو في الحشرات لحوالي ١٣ نوعًا من الحشرات تقع في أربع رتب ، ولذا فإن المقاومة المشتركة لمنظمات النمو في الحشرات ليست ظاهرة فريدة أو منعزلة . وقد عرفت أول حالة للمقاومة المشتركة عام ١٩٧٢ بواسطة العالم Dyre الذي أشار إلى أن السلالة المقاومة للمبيد الحشري في حشرة خنفساء الدقيق الصدفية تظهر مستوى من المقاومة لهرمون JHI يصل إلى (٣ مرات) ، كما أوضحت الدراسات التي تلت ذلك أن السلالات المقاومة للملاثيون في حشرتي خنفساء الدقيق الصدفية ، وخنفساء الدقيق المتشابهة قد فشلت في إظهار مقاومة مشتركة لكثير من مشابهات هرمون الشباب ، مثل : Methoprene ، و Hydroprene ، و Epofenonane ، بينما كان هناك تحمل ضعيف لحشرة خنفساء الدقيق الصدفية تجاه Ro-20-3600 ، كما لوحظ أن السلالات المقاومة للمبيد الفوسفوري العضوي في بعوض الأيديد ذات تحمل فائق تجاه الميثوبرين ، بينما أظهرت السلالات المقاومة للديلدرين أو مخلوط الديلدرين والـ د.د.ت مقاومة مشتركة تجاه الميثوبرين ، كما ظهر مستوى من المقاومة المشتركة المنخفضة (١,٤ مرة) تجاه الميثوبرين ، بينما لا يحدث أى فعل تجاه الكينوبرين ، وذلك في سلالات *Theriolepis maculata* المقاومة للملاثيون .

(ب) المقاومة المشتركة للبنزويل لفينيل يوريا

تختلف المركبات المبتعة لتخليق الكيتين في تركيبها تمامًا ، إلا أن مجموعة البنزويل فينيل يوريا نالت حظًا أوفر من الدراسة . وقد ظهرت المقاومة المشتركة لمركب الداي فلونيزيرون في سلالات الذباب المقاوم لكثير من المركبات الكلورينية ، والكاربامات ، والفوسفورية العضوية ، ومنظمات النمو في الحشرات . وقد تراوحت شدة هذه المقاومة المشتركة ما بين المتوسطة والشديدة . وعلى العكس من ذلك .. لم يلاحظ وجود مقاومة مشتركة لمركب الداي فلونيزيرون في سلالات بعوض الأنوفليس والأبيدس المقاومة للـ د.د.ت أو الملاثيون ، كما أن سلالات خنفساء الدقيق الصدفية ، سوسة الأرز المقاومة للمبيد الفوسفوري العضوي لا تظهر أى مقاومة مشتركة للـ داي فلونيزيرون ، بل قد تظهر حساسية بمعدل يصل إلى ضعفين بالمقارنة بالسلالة غير المقاومة .

٢ - إظهار أو حفر المقاومة

(أ) حفر المقاومة لمشابهات هرمون الشباب

فشلت المحاولات الأولى في المعمل في حفر مقاومة يرقات الكيولكس *Culex quinquefasciatus* باستخدام مركب الميثوبرين لمدة ٢٠ جيلاً ، بينما بلغ مستوى المقاومة تجاه الميثوبرين حوالى (١٣ مرة) مع بعض *Culex pipiens* بعد انتخابه لمدة ثمانية أجيال فقط ، كما أظهرت السلالة المنتخبة مقاومة مشتركة لمركب الهيدروبرين (١٥ مرة) وللملاثيون (١,٧ مرة) ، بينما لم تظهر أى مقاومة مشتركة تجاه الكاربيريل ، أو R-20458 .

تظهر السلالة الحقلية المقاومة للذهاب المنزل مستوى من المقاومة يبلغ ١٥١٥ مرة ، وذلك بعد الانتخاب بالمثوبرين لمدة ٧٥ جيلاً ، بينما تظهر السلالة المقاومة للدائمثويت ٦٣٠٠ مرة بعد ٦٢ جيلاً كما تظهر السلالة المقاومة المنتخبة بالمثوبرين مقاومة لكثير من مشابهات هرمون الشباب ، مثل : R-20458 ، Ro-7-9767 ، NIA 23509 ، بينما يظهر الانتخاب بالمثوبرين لسلالة مقاومة للدائمثويت نقصاً في المقاومة المشتركة لكثير من الكاربامات والمبيدات الفوسفورية العضوية ، ولكنه يزيد التحمل تجاه البيروثرين .

(ب) حفر المقاومة للبروزيل فمبل يوربا

فشل طول شرة انتخاب بعض *Culex tarsalis* بمركب الداى فلونيزيرون في حفر المقاومة ، إلا أنها بلغت ٧ مرات لهذا المركب على حشرة *Culex pipiens* بعد ٥ أجيال . وقد ظهرت مستويات عالية من المقاومة تجاه الداى فلونيزيرون في الذباب المنزل ، كما بلغت مستوى المقاومة حوالى مرتين على حشرة خنفساء الدقيق المتشابه بعد الانتخاب لمدة ثمانية أجيال .

٣ - تمثيل هرمون الشباب ومنظمات النمو الحشرى

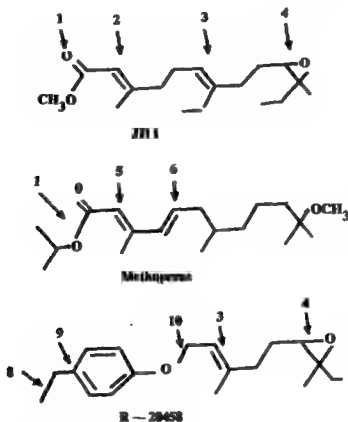
(أ) هرمون الشباب ومشابهاته

تجب معرفة تمثيل الحشرة لهرمون الشباب ومشابهاته ، حتى يمكن تحسين تخليق هذه المركبات .

١ - تمثيل هرمون الشباب

أظهرت الدراسات أن أهم طرق تمثيل هرمونات الشباب هى فقد الماء فى الأيوكسيد hydration وانشقاق الإستر Ester cleavage (شكل ١٢-١) . وتختلف الأهمية النسبية لهذه الطرق فى الحشرات ، حيث إن انشقاق الإستر هو الأكثر أهمية فى رتبة حرشفة الأجنحة ، بينما يبدو فقد الماء فى الأيوكسيد هو الطريقة الأكثر أهمية فى كثير من ذات الجناحين ، كما يعتبر الارتباط Conjugation من أهم وسائل تمثيل JH ، ولكنه لم يدرس بالقدر الكافى فى الحشرات . وقد لا تكون له أهمية فى تنظيم مستوى هرمون الشباب داخل جسم الحشرة . ويحدث الارتباط مع الكبريت والجلوكوز فى

بعض الحشرات ، وكذا في خلايا الكبد بالفأر . وقد أظهرت الدراسات أنه لا توجد حساسية مرتفعة لارتباط JH مع إنزيم *Glutathione-S-transferase* . وعمومًا .. فإن وسائل التمثيل بالأكسدة قليلة الأهمية ، بالمقارنة بوسائل التحلل المائي .



شكل (١٢-١) : تركيب JH I ، الميثوبرين و R-20458 موضحة أماكن التمثيل في الحشرات .

٢ - تمثيل مشابهاة هرمون الشباب

تم دراسة طرق تمثيل مجموعتين من مشابهاة الهرمون الأول ، وهي *Dienone juvenoids* ، مثل : الميثوبرين ، والهيدروبرين ، والثانية هي مشتقات *Geranyl phenyl ether* ، مثل : R-20458 ، والديوفينونائي . وتتميز المجموعة الأولى بحساسيتها لانشقاق الإستر ، حيث ظهرت أهميته التمثيلية في كثير من ذات الجناحين ، كما أن عملية التمثيل بالتأكسد ذات أهمية كبيرة لهذه المجموعة ، حيث يتم التأكسد بانشقاق سلسلة التربين . ومن أهم إنزيمات التأكسد إنزيم البيروكسيداز . ويعتبر تمثيل الميثوبرين عن طريق الأكسدة يفقد مجموعة الميثيل المتصلة بذرة الأكسجين من أهم وسائل التمثيل ، بالإضافة إلى نظام تأكسد آخر ، مثل تكوين الأيوكسيدات في الهيدروبرين ، والميثوبرين في بعض أنواع ذات الجناحين . أما فقد الماء في مجموعة الأيوكسيد ، فهي من أهم وسائل تمثيل المجموعة الثانية ، مثل المشابهة R-20458 ، وهي نفس النظام التمثيل في الهرمونات الطبيعية .

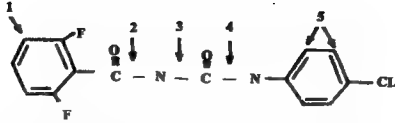
(ب) تمثيل البنزويل لفيل يوريا

من المتوقع أن يتميز كثير من المبيدات الحشرية التي تقع تحت البنزويل فينيل يوريا بالأمية التجارية في السنوات القادمة ، ومن أهمها الداي فلورينزيرون . وأشار Metcalf وآخرون عام ١٩٧٥ إلى أنه على الرغم من ثبات هذا المركب في النظام البيئي التودجي ، إلا أنه لا يتراكم بمعدلات عالية في السلسلة الغذائية .

وقد أجريت ثلاث دراسات عن مصير الداي فلورينزيرون على الذباب . وأوضح Ivie & Wright عام (١٩٨٧) انخفاض نسبة قفس البيض بعد معاملة الحشرة الكاملة (ذكور وإناث) قميًا بحوالي ٢ ميكروجرام من المبيد في الذباب المنزلي ، وذبابه الاسطبلات . وقد لاحظ أن المبيد الموجود في بيض الحشرات في صورة غير ممثلة ، ويدعم ذلك كفاءة المركب كمبيد للبيض أكثر منه كمعقم كيميائي . وقد كان المبيد أكثر ثباتًا في الحشرة الثانية ، بالمقارنة بالحشرة الأولى . ومن أهم طرق تمثيل المركبات غير القطبية هي الانقسام بين روابط الكاربونيل ، والأميد .

ولقد اختير Pimprikar & Georghiou عام (١٩٧٩) مصير الجرعات المنخفضة من الداي فلورينزيرون (١٠ - ٥٠ نانوجرام) ، وذلك عند معاملة اليرقات الناضجة قميًا في ثلاث سلالات للذباب المنزلي . وعلى العكس من نتائج Ivie & Wright عام (١٩٧٨) ، والتي لم يحدث فيها التمثيل بعملية الهيدروكسلة بعد معاملة الحشرات الكاملة للذباب بجرعات عالية من المركب قميًا ، فقد أظهرت نتائج اليرقات القدرة على تمثيل المركب بعملية الهيدروكسلة ، حيث إن المركب يحتوى على فينولات موجودة على الداي فلورينزيروكسيد وحلقات الكلوروانيل . ويبدو أن لليرقات القدرة على إخراج مكونات قطبية مرتبطة بمستوى أقل من الحشرات الكاملة . ويعطى هذا الانقسام الإنزيمى لتلك المكونات المرتبطة 2,6-difluoro benzoic acid ، و 2,6-difluorobenzamide . وتحتوى اليرقات على كميات أقل من المركب الأصلي ، بالمقارنة بالحشرات الكاملة . وقد يرجع ذلك إلى سرعة احتكاك اليرقات مع الوسط الغذائي . وتوضح هذه الدراسات أن الداي فلورينزيرون يمثل ببطء فقط في اليرقات والحشرات الكاملة للذباب المنزلي . وهناك كثير من نظم التمثيل المسعولة عن ذلك . وتوضح دراسات تمثيل Penfluron في إناث الحشرات الكاملة للذباب المنزلي ثباته بمعدل ٨ أضعاف بالمقارنة بالداي فلورينزيرون .

مما سبق يتضح أن هناك حاجة ماسة لمزيد من التفاصيل عن تمثيل مبيدات البنزويل فينيل يوريا في الحشرات . ومازال المعروف قليلًا عن الإنزيمات المسعولة عن تحلل هذه المركبات . والأمل كبير في أن يكون هناك جهد أكبر في المستقبل عن دور التمثيل في العلاقة بين التركيب الكيميائي ومعدل النشاط البيولوجي ، وعلاقة ذلك بتخصص الأنواع لهذه المركبات .



شكل (١٢-٢) : تركيب الداي فلورو بنزويون وأماكن التفاعل في الحشرات

٤ - ميكانيكية المقاومة لمنظمات النمو في الحشرات :

تظهر المقاومة المشتركة لمنظمات النمو في الحشرات تجاه السلالات المقاومة للمبيد الحشري بشكل عال . وهذه السلالات تحتوي على مستوى مرتفع من النشاط الإنزيمى للأوكسيديز ، ويظهر هنا الاتجاه بشكل خاص في الذباب المنزلى . وغالبًا ما ترتبط المقاومة لمنظمات النمو الحشري بوجود الجينات على الكروموسوم II ، والذي يتميز بنشاط إنزيم الأوكسيديز بشكل عال ، ولا ترتبط بنشاط إنزيمات ديهيدروكلورينيز ، والجينات المقاومة للسيكلوداين ، أو Kdr .

(أ) نظم المقاومة لمضادات هرمون الشباب

هناك بعض الإيضاحات الممكنة للمقاومة عن الأنسجة المستهدفة لهرمون الشباب ، مثل أقراص البلوغ Imaginal disks التي تحتوي على مستويات عالية من إستريزات JH ، وإنزيمات لإيوكسيد هيدروليز . وربما تكون السلالة المنتخبة القدرة السريعة على هدم الميثورين في الأنسجة المخرجة ، كما قد يكون لانخفاض مستوى نفاذية الهرمون دورًا في إظهار المقاومة ، ولكن تعرف الحشرات بأن لها فترات حساسة في نموها ، وخلالها تكون حساسة جدًا للمعاملة بمضادات الهرمون . وعلى سبيل المثال .. عند معاملة غنارى دودة الجريش الصفراء (عمر صفر - ٦ ساعات) . بمشابه هرمون الشباب ، فإن خطوط الاستجابة الناتجة تكون شديدة الانحدار ، كما تلعب إنزيمات الأكسدة دورًا هامًا في قدرة بعض الكيولكس على مقاومة الميثورين .

(ب) نظم المقاومة للداي فلور بنزويون

يرجع اختلاف حساسية بعض يرقات حشرية الأجنحة تجاه الداي فلور بنزويون ، بالإضافة إلى اختلاف حساسية الأعمار اليرقية إلى أسباب كيميائية . ومن الجدير بالذكر أن مستوى نفاذية مثبط تخليق الكيتين ينخفض في الأفراد المقاومة ، بالمقارنة بالأفراد الحساسة ، أيضًا فإن معظم هذه المركبات قليل الذوبان في معظم المذيبات العضوية ، مما يحوق المعاملة بكميات كبيرة من هذه المواد في العمل ، كما أظهرت الدراسات أن هذه المركبات تميل للتبلور على سطح الحشرة . وهذه المواد

التبلورة ينخفض فعلها السمي ، ولذا فإن المقاومة قد ترجع إلى تكوين بلورات صغيرة على سطح الحشرة ، ويؤكد ذلك ارتفاع المستوى السمي عند معاملة مركب الداي فلوينزيرون مع الغذاء .

ويضيف استخدام المنشطات كثيراً من المعلومات في هذا الاتجاه ، فمن المعروف أن (DEM) Diethyl maleate يؤثر على GSH . كما أن DEF يبطئ العديد من الإستريزات ، وليس لأى من المركبين قدرة تنشيطية لمركب الداي فلوينزيرون ، مما يوضح أن إنزيمات GSH ، و DEF-Sensitive esterases لا تمثل أى أهمية في تمثيل مركب الداي فلوينزيرون ، بينما للتنثيل بالأكسدة أهمية بالغة في ميكانيكية المقاومة لهذا المركب .

ثالثاً : التغلب على مقاومة منظمات النمو الحشرى

تشمل وسائل التغلب على المقاومة عدداً من الطرق . وماهنا في هذه الدراسة هي النظم الفسيولوجية والبيوكيميائية . وهناك كثير من العوامل التي تلعب دوراً هاماً في مقاومة منظمات النمو الحشرى ، وتشمل فقد النشاط - Inactivation - النفاذية - Penetration - النقل - Transport - التخزين - Storage - طول الفترة الحرجة (النافذة Window) وفيما يلي أهم وسائل التغلب على مقاومة منظمات النمو الحشرى :

١ - المنشطات

تقع أهمية هذه الوسيلة في إبطال مفعول نشاط الإنزيمات الهامة ، ولو أن استخدامها يسبب بعض المشاكل ، مثل : التكلفة الاقتصادية ، ودرجة الثبات ، ومستوى التجانس الكيميائي ، ومشاكل تسجيل المركب ... إلخ .

(أ) مثبطات الإستريزات

يتم تمثيل هرمون الشباب ومشابهاته عن طريق التحلل المائي للإستر . وخلال العمر البرق الأخير لكثير من الحشرات تظهر الإستريزات المتخصصة لجزيئات JH في الدم ، ويرتبط ذلك بانخفاض تركيز JH في هذه الفترة . وعليه .. فإن المنشطات التي تثبط هذه الإنزيمات قد تساعد في ثبات JH وغيره من منظمات النمو التي تحتوي على الإستر . ويعتبر منشط DEF مثبطاً للإستريزات ، رغم أن الإستريزات لها دور هام في تنظيم مستوى الهرمون الطبيعي ، إلا أن هناك كثيراً من المشابهات لا تحتوي على الإستر ، ولذا فإن أهمية مثبطات الإستريزات محدودة . وتعمل مثبطات JHE على ثبات الهرمون الطبيعي ، أو تعمل كمثبط مباشر للنمو الحشرة .

(ب) مثبطات التحلل المائي للأوكسيد

التحلل المائي للأوكسيد هو طريق آخر لتمثيل هرمون الشباب أو مشابهاته . وتعمل إنزيمات Epoxide hydrolases (EH) على تثبيط فعل هرمون الشباب الطبيعي ومشابهاته . وقد تفيد مثبطات هذه

الإنزيمات كمنشطات في رتبة ذات الجناحين ، ولسوء الحظ نجد أن معظم مثبطات هذه الإنزيمات ذات تفاعل عكسي ، كما أن تأثيرها محدود .

(ج) مثبطات الأكسدة .

مثبطات إنزيمات التأكسد هي منشطات ناجحة لمنظمات النمو في الحشرات ، ويستخدم البيرونييل بيوتكسيد (PB) كمثبط عام لإنزيمات (MFO) ، حيث زاد مستوى سمية الميثوريين عند خلطه مع البيرونييل بيوتكسيد . وقد وجد أن (PB) أو السباسامكس يزيدان من سمية الداي فلوينزيرون في الذباب المنزلي المقاوم للفعل هذا المركب ، كما أن الكلوردايميثورم يحتر منشطاً جهداً للمركب الداي فلوينزيرون ضد يرقات الدخان .

٢ - تخليق منظمات النمو القادرة على التغلب على المقاومة

قد ترجع المقاومة إلى تمثيل المركب بالأكسدة أو انخفاض مستوى نفاذيته في بعض أنواع الحشرات . ويجب أن يؤخذ عنصر المقاومة في الاعتبار عند تسويق أى مركب كيميائى جديد .

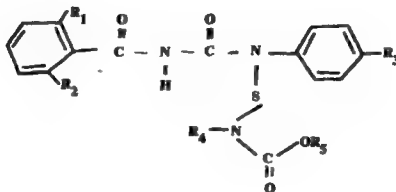
(أ) مشابهات هرمون الشباب المقاومة للتثليل

ترجع مشكلة المقاومة تجاه منظمات النمو الحشرى أولاً إلى الانتخاب السابق بالمبيدات ، وثانياً إلى تمثيل منظمات النمو داخل الحشرة ، ولذا فإن استخدام السلالة الحقلية أو السلالات ذات المقاومة المشتركة العالية له أهمية عند إجراء التقييم الأول للمركب الجديد . وقد تكون منظمات النمو التي يتم تنشيطها بفعل إنزيمات التمثيل وسيلة أخرى للتغلب على المقاومة ، مثل (Juvenogens) (مشابهات هرمون الشباب التي يتم تنشيطها بيوكيميائياً) . وهذه المركبات عبارة عن كحول هرمون الشباب النشط مع سلسلة طويلة من حمض الألكيل مكوناً إستر . ويتم تمثيله داخل جسم الحشرة عن طريق انشقاق الإستر ، وانطلاق كحول هرمون الشباب النشط . ولم يختبر الفعل الفسيولوجي لهذه المركبات على السلالات المقاومة حتى الآن . ويمكن تطبيق هذه الاستراتيجية على الممثلات البيولوجية النشطة ، أو على مشابهات هرمون الشباب التي تحتوى على مجموعة وظيفية مناسبة .

(ب) الانحماصات الحديثة للنزويل فينيل يوريا

لم تظهر المقاومة أو المقاومة المشتركة كمشكلة حادة تحول دون استخدام مركبات البنزويل فينيل يوريا حتى الآن . ومن المتوقع ظهور نظم ميكانيكية خاصة بمقاومة فعلها ، ولذا يجب أن تستمر الدراسات المكثفة وصولاً لمركبات جديدة . وبصرف النظر عن أن المقاومة ترجع إلى انخفاض مستوى النفاذية ، أو تحول السلوك ، أو الإسراع في التمثيل ، أو نقص حساسية الجهاز المستهدف ، فإن الحل على المدى القصير يكمن في وصول أكبر كمية من المادة الفعالة على الحشرة المستهدفة . ومن المعروف أن مركبات النزويل فينيل يوريا ضعيفة الذوبان جداً ، وبالتالي من الصعب تجهيز

مستحضراتها ، بالإضافة إلى قدرتها على تكوين بلورات تتميز بالثبات على سطح الحشرة ، مما يقلل من مستوى نفاذيتها . ولعل الحل المنتظر هو إنتاج مركبات شكل (١٢-٣) تخلق من البنزويل فينيل يوريا ، ولها القدرة على الذوبان في الهكسان وثلاثي كلوريد الكربون ، بينما يذوب المركب الأصل فقط في Tetrahydrofuran . وتتميز بعض مشتقات هذا المركب الجديد بثبات كاف ، وبقدرة على النفاذ ، وزيادة في مسعى سميتها على الحشرات ، بالإضافة إلى انخفاض سميتها على الثدييات . ويبدو أن لهذه المشتقات أهمية كبيرة ، حيث تساعد في تجهيز المستحضر ، ومنع تكوين البلورات التي تضعف من النشاط البيولوجي للمركب .



شكل (١٢-٣) : التركيب العام لأحد مشتقات البنزويل فينيل يوريا (قابل للذوبان في الليدات) .

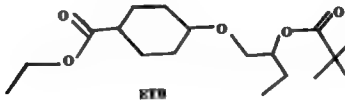
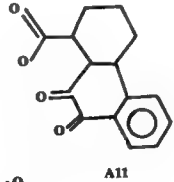
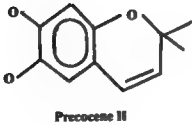
٣ - ظهور منظمات نمو حشرية ذات مناطق تأثير جديدة

من أهم مميزات منظمات النمو الحشرية قدرتها على إحداث الفعل في مناطق تأثير جديدة . وتمثل الغدد الصماء في الحشرات مناطق جديدة للتأثير . وحيث إن عمل جهاز الغدد الصماء تنظمي بالدرجة الأولى ، فأي تغييرات طفيفة في أداؤه بفعل مركبات غريبة قد تؤدي إلى حدوث تغيرات جوهرية في قدرة الحشرة الباقية .

ومن المعروف أن هناك اختلافات جوهرية بين جهاز الغدد الصماء في الحشرات وغيرها من الكائنات الحية الأخرى ، وعلى سبيل المثال .. فإن التيرينتين ليس لها أي وظيفة تنظيمية في أي كائن حي بخلاف الحشرات ، كما أن التيرينتين من نوع Homoterpenes ، مثل (JHI ، JHII) لا توجد في أي حيوان آخر أو نبات ، كما أن أي تغير في عمل الغدد الصماء يلعب دوراً هاماً في نمو وتكاثر الحشرة ، مما يتيح إمكانيات كبيرة للاستخدام المتخصص لمشابهات هرمون الشباب .

(أ) الخلايا الطلاية لجهاز الغدد الصماء

رغم أن هرمون الانسلاخ Ecdysone لا يعتبر مركباً فعالاً في مكافحة الحشرات ، إلا أن طرق التخليق الحيوى تؤدي إلى إنتاج هرمونات ذات تأثير حرج على الانسلاخ ، أو غيرها من استيرويدات الحشرات ، هذا .. بجانب قدرتها على إحداث خلل في وظيفة هرمون الشباب . وتتمتع هذه المركبات القادرة على إحداث هذا التأثير بميزة هامة في التأثير على الأعمار اليرقية الأولى للحشرة ، وبالتالي يمكن أن تحتل موقعاً ممتازاً يفوق مشابهاً هرمون الشباب . وذلك في مكافحة الحشرات الزراعية . وهناك محاولات عديدة لتخليق JH . وقد حققت بعض النجاح ، إلا أنها تتمتع بمستوى عال من التخصص . وإلى الآن لم يعرف سوى ثلاثة من مشتقات هرمون الشباب هما Precocene II ، A_{III} ، ETB شكل (١٢-٤) ، حيث تستطيع هذه المركبات تحطيم الغدة المفرزة لهرمون الشباب ، وهى غدة الكوربورا ألالاتا . وهناك بعض مشابهاً هرمون الشباب تستطيع تثبيط إنتاج JH خارج جسم الحشرة ، كما تخفض معدل إفرازه داخل جسم الحشرة . وتؤكد هذه المعلومات صديق النظرية التى تشير إلى أن مشابهاً هرمون الشباب تملك أماكن متعددة للتأثير . ولتفسير فعل مشتقات هرمون الشباب (ETP) يمكن الإشارة إلى أن مركب ETP قد يرتبط بالمستقبل المنبه لإنتاج JH ، وبالتالي يعوق تثبيط تخليقه ، أو قد يبه تمثيل JH ، وبالتالي يخفض من مستوى إفرازه ، أى أن هذه المركبات تؤثر على نظام الغدد الصماء بالتداخل مع تخليق ، أو تحلل ، أو فعل الهرمونات الداخلية .



شكل (١٢-٤) : تركيب بعض مضادات هرمون الشباب .

(ب) جهاز الغدد الصماء العصبي

قد يعطى جهاز الغدد الصماء العصبي هدفاً للتأثير أفضل من الخلايا الطلائية لجهاز الغدد الصماء . ومعظم الهرمونات العصبية في الحشرات عبارة عن بيتيدات صغيرة يمكن أن نتوقع قدرتها الضعيفة على النفاذ ، بالإضافة إلى سرعة تحللها ، ولو أن الدراسات على الفئاريات قد أوضحت أن البيبتيدات الصغيرة يمكن محاكاتها بواسطة المركبات العضوية ، والتي تعتبر المفتاح الذى يضعها على الطريق السليم . ومن خلال أبحاث التخليق والتحليل يمكن التوصل إلى مركبات جديدة تعمل على زيادة سرعة نفاذية وثبات الهرمونات العصبية ومشابهاتها المخلقة . وقد أوضحت الدراسات أن بعض المبيدات الحشرية قد تؤثر على الإفراز الهرمونى . ويمكن استخدام مثل هذه المركبات في هذا المجال . ومن المتوقع ظهور مركبات جديدة في مجال مكافحة الآفات تعمل على جهاز الغدد الصماء العصبي في السنوات القادمة .

ميزات وحدود منظمات النمو الحشرية في التغلب على المقاومة

تتفادى مشكلة المقاومة والمقاومة المشتركة للمبيدات التقليدية بشكل حاد الآن . وقد يكون الحدائق استخدام منظمات النمو الحشرية وقلة ظهور المقاومة لفعالها دور هام في ترجيح استخدامها كأحد عناصر IPM الموجهة لتأخير وتجنب المقاومة .

وتكمن المشكلة الرئيسة المرتبطة باستخدام مبيدات الجيل الثانى في ظهور الآفات بشكل وبائى ، أو ظهور موجات وبائية من الآفة الثانوية عقب استخدام المبيد . وترجع هذه الموجات الوبائية إلى استخدام المبيدات التى لا تقتل الآفة المستهدفة فقط ، إنما تتجاوزها في القضاء على أعدائها الحيوية . وحتى يمكن التقدم خطوة للأمام نحو المحافظة على الأعداء الحيوية ، وأيضاً للحد من تطور مقاومة الآفة لفعل المبيد يجب أن تتمتع المركبات المستخدمة بصفة التخصص . ومن النادر وجود مبيدات تتبع الجيل الثانى وتتمتع بهذه الخاصية (التخصص) . ومن ضمن أسباب ذلك أن معظم السموم المكتشفة في مرحلة الجيل الثانى تعمل على وقف النظم البيوكيميائية والفسيولوجية التى تشابه مع غيرها في المملكة الحيوانية ، ومثال ذلك نلاحظ أن بعض السموم العصبية ذات درجة التخصص الواضحة على الجهاز العصبي للحشرات تؤثر بنفس الكيفية على الثدييات .

وعلى العكس من ذلك .. فإن منظمات النمو الحشرى ، وبشكل خاص مشابهاة هرمون الشباب ، تتمتع بدرجة عالية من التخصص ، وتتفاوت نسبة سميتها بين أنواع الحشرات بشكل واضح ، حيث تبلغ سميتها على حرشية الأجنحة ثلاثة أضعاف سميتها على نصفية الأجنحة ، وشبكية الأجنحة ، وذات الجناحين ، وغشائية الأجنحة . ومن المعلوم أن حشرات حرشية الأجنحة لها أهمية زراعية فائقة ، بينما تحوى حشرات نصفية وشبكية وغشائية الأجنحة ، وذات الجناحين على كثير من الأعداء الحيوية لحرشية الأجنحة ، ولذا فإن تخصص منظمات النمو في الحشرات تجاه

الآفات الزراعية وقلة تأثيرها على أعدائها الحيوية يعطيها إمكانية كبيرة في التطبيق ، حيث إن حفظ الأعداء الحيوية يعمل على خفض الموجات الوبائية للآفة ، كما أن تقليل كمية المبيدات المستخدمة يقلل من مستوى الضغط الانتخالي ، ويؤخر من ظهور المقاومة .

وقد يؤدي استخدام المبيدات غير الثابتة في البيئة أو المعاملة بالمبيدات ، بحيث تترك بعض الأفراد لاتعامل بالمبيد إلى تقليل عملية الضغط الانتخالي ، كما يؤدي السماح للأفراد غير المتخبة بحيث تبقى في المجموع الآفي إلى تأخير المقاومة . وكثير من منظمات النمو الحشرية تتميز بالتحلل البيولوجي ، وقدرتها على التأثير في فترات معينة من نمو الحشرة . ونظرًا لانخفاض ثباتها في البيئة ، ولأن جميع أفراد العشيرة لا تتأثر في وقت واحد ، فإن منظمات النمو الحشرية تعتبر وسيلة هامة لترك بعض الأفراد ، دون أن تتعرض للانتخاب ، وبالتالي تبقى حساسة ، وذلك بالمقارنة بالمبيدات التقليدية .

ولسوء الحظ نجد أن هناك بعض العناصر التي تمنع استخدام منظمات النمو في مجال مكافحة الآفات الزراعية ، مثل انخفاض مستوى ثبات معظمها في البيئة ، ولو أن التجهيز الجيد للمستحضرات قد أحرز تقدمًا مع مركبات البنزويل فينيل يوريا ومشابهات هرمون الشباب ، بحيث ظهرت مركبات تتمتع بثبات يفي عا . وقد يساعد ذلك في انتشار استخدام هذه المركبات ضد الآفات الزراعية . وهناك بعض منظمات النمو الحشرية ، مثل البنزويل فينيل يوريا لها تأثير عام غير متخصص ، بينما تعمل مشابهات هرمون الشباب ببطء وخلال فترات معينة حساسة (النافذة) في تاريخ حياة الحشرة . وقد يحوق التخصص الشديد لمشابهات هرمون الشباب مجال تسويقها ، رغم بقائها في السوق بشكل فعال لفترة طويلة ، حيث إنها لا تخلق مشاكل من ناحية المقاومة . والأمر الآن يتطلب فكرًا جريئًا حتى يصبح لهذه المركبات جانب تطبيقي هام في ظل استراتيجية التحكم المتكامل للآفات .

القسم الثالث

التحكم المتكامل للآفات — « ضرورة وحتمية »

الفصل الأول : مشاكل التوسع في استخدام المبيدات

الفصل الثاني : مقاومة الآفات للمبيدات

الفصل الثالث : أساسيات التحكم المتكامل في مقاومة الآفات .

الفصل الرابع : نموذج للتحكم المتكامل للآفات التي تصيب القطن

الفصل الأول

مشاكل التوسع في إستخدام المييدات

أولاً : التكاليف الاقتصادية واستهلاك الطاقة .

ثانياً : الأضرار المتعلقة بصحة الإنسان .

ثالثاً : التلوث البيئي والتأثير على الحياة البرية

رابعاً : التأثير على الملقحات

خامساً : الأثر الضار على النبات

سادساً : أثر المييدات على التربة

سابعاً : الخلل في التوازن الطبيعي

الفصل الأول

مشاكل التوسع في استخدام المبيدات

اكتسب مفهوم مكافحة المتكاملة تدريجياً ، خلال العقدين الماضيين أهمية بالغة باعتباره وسيلة عملية ومفعولة لمعالجة مشاكل الآفات . وهناك برامج عديدة ناجحة تم وضعها ، أو هي في سبيل التطوير لوقاية الفواكه ، والخضر ، والمحاصيل الحقلية التي تزرع في البيوت الزجاجية ، وأشجار الغابات ، ونباتات الظل ، والزينة بالإضافة إلى مكافحة الحشرات ذات الأهمية الطبية . وقد نشأ الاهتمام بأسلوب المكافحة المتكاملة أساساً نتيجة للمشاكل التي نجمت عن الاعتماد الكلي على المبيدات الكيميائية العضوية المخلفة في مواجهة الآفات . وقد يرجع الخطأ الأساسي في هذا الصدد إلى التوسع في استخدام هذه الكيميائية دون مراعاة للعلاقات المتشابكة والمعقدة في النظام البيئي ، ولاسيما بالنسبة للجوانب الأساسية لديناميكية أعداد أنواع الآفات . ويمكن سرد أهم المشاكل التي فرضت نفسها مع التطبيق المكثف ، وغير الرشيد للمبيدات الكيميائية فيما يلي :

أولاً : التكاليف الاقتصادية واستهلاك الطاقة Economic and Energy Costs

بلغت التكاليف الاقتصادية لاستخدام المبيدات الكيميائية في الأغراض الزراعية بالولايات المتحدة الأمريكية وحدها حوالي بليون دولار عام ١٩٧١ م بمتوسط مقداره ٥,٣٩ دولار لكل فدان . وقد أظهرت الدراسات التي أجريت عام ١٩٧٧ م اختلاف تكلفة مكافحة آفات الفدان باختلاف المحصول ، حيث بلغت التكلفة على القمح حوالي ١,٣ دولار ، بينما زادت إلى ٥٥,٨ دولار على الفول السوداني . وقد زادت التكاليف الاقتصادية للمبيدات الزراعية عام ١٩٧٦ م بنسبة تصل إلى ٩٣٪ أعلى من تقديرات عام ١٩٧١ .

وقد قدرت تكاليف استهلاك الطاقة الخاصة بالاستثمار في مجال صناعة المبيدات بأمريكا بحوالي بليون جالون وقود سنوياً (يدخل في حساب التكاليف الوقود اللازم للإنتاج ، والنقل ، والتطبيق) وذلك عام ١٩٧٦ م . وتمثل هذه الكمية من الوقود حوالي ٠,٢٪ من كمية الطاقة المستهلكة

بالولايات المتحدة الأمريكية في جميع الأغراض ، بينما تبلغ حوالى ٥٪ من كمية الطاقة المستهلكة في الزراعة . ولعل مشكلة ارتفاع أسعار البترول والنقص في مصادر الطاقة تزيد من التكلفة الاقتصادية لهذه الكيماويات ذات الخصائص المتميزة .

Human Health Hazards

ثانياً : الأضرار المتعلقة بصحة الإنسان

نظراً للطبيعة البيولوجية النشطة لمبيدات الآفات ، فإنها تسبب أضراراً نسبية خطيرة على صحة الإنسان ، ويكون أكثرها وضوحاً على العمال المشتغلين بصناعة وتجهيز المبيدات ، وكذلك على القائمين بعملية التطبيق ، أو عمال الحقول بشكل عام ، والأطفال الذين يتعرضون لهذه السموم . ومن الأمثلة البارزة على ذلك ماحدث في نيكاراغوا حيث وقعت أكثر من ٣٠٠٠ حالة تسمم ، ومايربو على ٤٠٠ حالة وفاة بين العمال الذين يعملون في حقول القطن سنوياً على مدى عشر سنوات (١٩٦٢ - ١٩٧٢) . كما حدثت حالات مماثلة في بعض دول أمريكا الوسطى حيث يزرع القطن على نطاق تجارى .

وتمثل مشكلة المخلفات تحدياً هائلاً لاستخدام المبيدات الكيماوية في العالم ، محدثة أخطاراً عديدة تتعرض لها صحة الإنسان نتيجة وجود مخلفات المبيدات على المحاصيل الغذائية . وعلى سبيل المثال .. تمت مصادرة أكثر من ٣٠ ألف طن من دريس البرسيم الحجازى المخصصة لطفل أبقار الألبان واللحوم في كاليفورنيا عام ١٩٧٢ ، وذلك لاحتوائها على نسبة عالية من مخلفات المبيدات . وخلال عامى ١٩٦١ - ١٩٦٧ رفضت الولايات المتحدة أكثر من ٣٠٠ ألف رطل من لحوم الأبقار الواردة من نيكاراغوا ، وذلك لاحتوائها على مخلفات الـ د.د.ت بدرجة تفوق الحدود المسموح بها . وقد أظهرت الحسابات الإحصائية في جواتيمالا أن الأطفال في سن السابعة يتناولون خلال حياتهم كمية من الـ د.د.ت تتراوح بين سبعة أضعاف ، ومائتى ضعف الكمية التى تعتبر مقبولة حسب المقاييس المعمولة بها . وتتواجد هذه المخلفات عادة في الغذاء ، أو الماء ولكن بكميات صغيرة جداً ، قد لا تحدث أضراراً مباشرة على صحة الإنسان ، إلا أن الخطورة تكمن في الضرر على المدى الطويل .

وتسبب مبيدات الآفات العديد من الأمراض الخطيرة ، ومنها السرطان cancer . وقد أوضحت الدراسات الحديثة أن الاستخدام المكثف لهذه الكيماويات في حقول القطن جنوب شرق أمريكا أدى إلى حدوث الأورام السرطانية Carcinogenic في حيوانات التجارب ، ولكن لا توجد دلالة قاطعة على حدوث ذلك في الإنسان . وقد تم تناول هذا الموضوع في الفصول السابقة بمزيد من التفصيل . ومن المؤسف أن المعلومات المتاحة مازالت غير كافية لإلقاء الضوء عن التأثيرات التى تحدثها المبيدات على المدى الطويل نتيجة لاستمرار التعرض لها بجرعات غير ممتدة في حدوث الأمان المتعارف عليها دولياً بالنسبة للمخلفات في الغذاء . وقد تم وضع بعض التشريعات التى تمنع ، أو تقلل تعرض الإنسان وحيواناته النافعة لخطر تناول تركيزات عالية من هذه السموم في المواد الغذائية . وعلى

أساس درجة ، ومدى ثبات المبيدات على أو في الأنسجة الحية ، ومدى خطورة الأثر السام . وتم كذلك تحديد التركيز المأمون والمسموح بوجوده Level of Tolerance من كل مبيد على الأجزاء النباتية الصالحة للاستهلاك الآدمي والحيواني ، فإذا زادت المخلفات عن هذه النسبة ، لا يصرح باستخدام النبات في التغذية . ومن الجدير بالذكر أن أسعار الخضروات غير المعاملة بالمبيدات تباع بأضعاف مثيلتها المعاملة في الأسواق الأوروبية .

ثالثاً : التلوث البيئي والتأثير على الحياة البرية

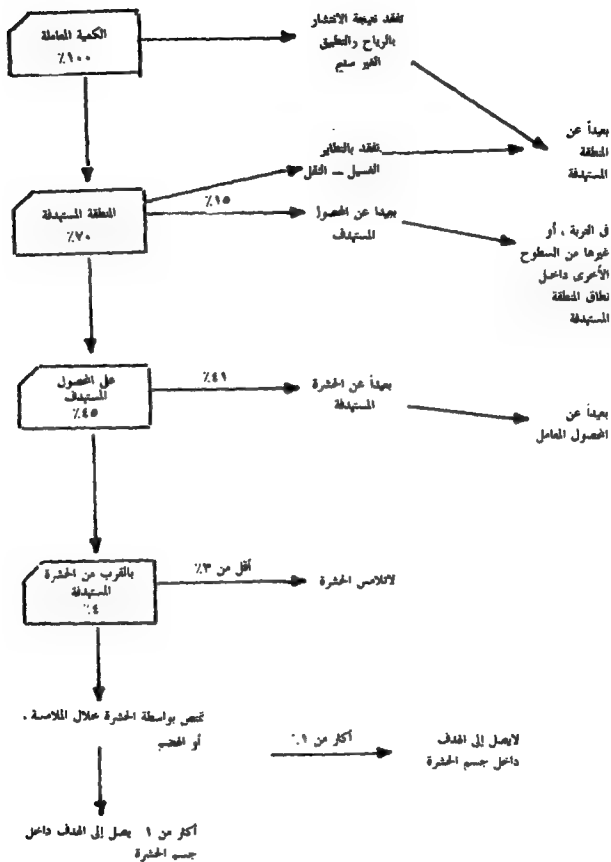
Environmental Pollution and Effects on Wildlife

قد يرجع فشل الكثير من مبيدات الآفات في إحداث الأثر المطلوب نتيجة لعوامل بيئية قد تؤدي إلى ارتفاع درجة تطاير المادة Volatility . وقد أظهرت الدراسات التطبيقية أن ١٪ ، أو أقل من محلول الرش المعامل بالطائرة يصل إلى مكان التأثير داخل الآفة المستهدفة ، بينما يصل حوالى ٤٥٪ من المحلول إلى المحصول المستهدف ، وتفقد الكمية الباقية التي تصل إلى البيئة المحيطة بفعل التطاير ، أو تساقط الرذاذ بعيداً عن الهدف . انظر الشكل التخطيطي (١ - ١) . وتؤكد هذه النتائج مدى الحاجة إلى إيجاد طرق أفضل للمعاملة جنباً إلى جنب مع صورة ومستحضرات محسنة من المبيد ضماماً لوصول أكبر كمية من سائل الرش إلى الهدف (مجال مكافحة) .

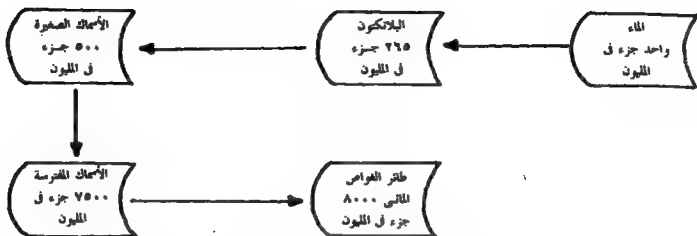
وهناك العديد من المركبات . مثل ، الـ د.د.ت ، D.D.D ، والتي تتميز بصفة الثبات الكيميائي ، وبقدرتها على الانتقال والتراكم في مكونات السلسلة الغذائية للإنسان والحيوانات البرية . ويزداد تركيز المبيد في عمليات متتابعة ، كما تحدث ظاهرة معروفة باسم التضخم البيولوجي Biomagnification ويصل هذا التضخم في الأسماك التي تعيش في بحيرة ميتشجان من حوالى ٢,٠٠٠,٠٠٠ جزء في المليون في الماء ، إلى أكثر من ١٠ أجزاء في المليون في الأسماك التي تعيش فيها - انظر الشكل التخطيطي (١ - ٢) وقد أدى ذلك إلى منع عرض أسماك هذه المنطقة للاستهلاك الآدمي .

وتحدث المبيدات أضراراً خطيرة على بعض الأسماك غير الاقتصادية ، والطيور ، وغيرها من الحيوانات البرية . وقد تؤدي التأثيرات الضارة إلى الموت المباشر للأنواع المرغوبة ، أو تتداخل في عمليات التكاثر ، أو قد تحدث خللاً في السلسلة الغذائية ، مما يؤدي إلى هلاك وانقراض هذه الحيوانات .

وتوضح هذه السلسلة التضخم البيولوجي لمركب DDD في السلسلة الغذائية ببحيرة clear بولاية كاليفورنيا - عن Van den Bosch عام ١٩٧٧ .



شكل (١ - ١) : توزيع الميد الحشرى عند معاملةه بالطائرات .



شكل (١ - ٢) : التضخم البيولوجي لمركب (D111) في السلسلة الغذائية .

Effects on Pollinators

رابعاً : التأثير على الملقحات

تؤثر مبيدات الآفات على نحل العسل ، والحشرات الملقحة الأخرى ، مما يؤدي في النهاية إلى انخفاض معدل التلقيح في الأزهار ، خصوصاً في المحاصيل الخلطية التلقيح ، بالإضافة إلى ضعف قوة طوائف النحل كنتيجة لموت عدد كبير من الشغالات التي تقوم بجمع الرحيق . وقد ترتب على ذلك انخفاض محصول العسل ، بالإضافة إلى انخفاض إنتاجية المحاصيل الحقلية والبستانية . وقد ظهرت هذه المشكلة بشكل خطير في مصر بعد تنفيذ نظام الرش الجوي للمبيدات بالطائرات .

ويصل إنتاج عسل النحل ، والشمع من حشرات النحل إلى حوالي ٥٠ مليون دولار سنوياً في الولايات المتحدة الأمريكية ، بالإضافة إلى دور الحشرة في تلقيح حوالي ٨٠٪ من البقوليات ، والثمار البستانية ، ومحاصيل البذور الزيتية . كما أظهرت الدراسات أن للكثير من المبيدات تأثيراً ساماً على حشرة النحل ، خاصة إذا أجرى الرش أثناء فترة التزهير ، وحيث تزداد رحلات الشغالات في هذه الفترة لجمع الرحيق . وقد قامت منظمة الزراعة والأغذية بتقسيم المبيدات تبعاً لسميتها على النحل إلى مجموعتين فقط ، الأولى : شديدة الضرر ، والثانية : متوسطة الضرر . وهناك تقسيم آخر إلى ثلاثة مجموعات ، الأولى : شديدة الضرر ، وتتراوح قيمة LD₅₀ لها على نحل العسل من ٠.٠٠١ ، (tepp) - ١,٨٢٥ ميكروجرام/ نحل (DowEt-15) جدول (١ - ١) ، والثانية : مبيدات متوسطة السمية ، وتتراوح قيمة LD₅₀ لها على نحل العسل من ٢,٠١٨ (endrin) - ١٠,٣٩ ميكروجرام/ نحل (Kopone) ، والقسم الثالث وهو مبيدات غير سامة نسبياً ، وتتراوح قيمة LD₅₀ لها على نحل العسل من ١١٠ (CP-10502) - ١٠٠٣١ ميكروجرام/ نحل (GC-6936) ، ولتخفيف حدة أضرار المبيدات على نحل العسل .. تم وضع بعض القواعد في مصر أثناء عمليات رش هذه

المسموم منها ، تحديد مواقع المناحل على الخرائط التى تعطى للطيار حتى يتفادها أثناء الرش ، وعدم رش الأراضي الملاصقة للمناحل لمسافة ١٠٠ متر على الأقل بالطائرة ، وتكافح الحشرات بالرش الأرضى فى نفس يوم الرش . ولزيادة الاحتياط يحرم رش زمام القرية جويًا ، وذلك إذا احتوت القرية على ألف خلية نحل إفريقية . وللضرورة يجب أن يبدأ الرش الجوى فى التجمعات القطنية القريبة من مواقع المناحل فى الصباح الباكر ، ثم فى الأماكن المجاورة لها .. وهكذا حتى يأتى الدور فى آخر رشة على التجمعات البعيدة عن المناحل ، وذلك لإعطاء الفرصة لشغالات النحل لتجمع الرحيق من القطن أطول فترة ممكنة . ويمكن استخدام المواد الطاردة للنحل مخلوطة مع المبيدات ، أو منع استعمال المبيدات بقدر الإمكان لمكافحة دودة ورق القطن فى البرسيم ، حيث يمثل هذا المحصول أحد المصدرين الرئيسيين لمصنوع العسل فى مصر .

Phytotoxicity

خامساً : الأثر الضار على النبات

يؤدى استعمال بعض المبيدات إلى حدوث أضرار للنباتات الخضراء . (خصوصًا المحاصيل الحساسة ، والضعيفة النمو) وإذا استخدمت المبيدات بتركيزات أعلى من الموصى بها ، أو فى توقيت غير مناسب ، أدى ذلك إلى حدوث أضرار فى صورة حروق للأوراق ، أو تمحور فى أشكالها ، مما يؤدى إلى جفافها ثم سقوطها ويموت النبات فى نهاية الأمر . وقد يحدث الضرر نتيجة وصول المبيد للعصارة ، النباتية ، كما فى حالة المبيدات الجهازية التى لها خاصية النفاذ داخل الأنسجة ، أو السريان فى العصارة ؛ مما يؤدى لحدوث خلل داخلى فى النشاط الإنزيمى ، والبيوكيميائى للنبات المسبب لتثبيط النشاط ، أو إيقافه تمامًا ، ثم توقف عمليات التمثيل الغذائى ، ويموت النبات فى النهاية . وقد تم تناول هذا الموضوع فى الفصول السابقة .

Effect of Pesticides on soil

سادساً : أثر المبيدات على التربة

تلوث التربة من جراء تساقط المبيدات أثناء رش المحاصيل الزراعية ، أو نتيجة لمعاملة التربة أو البذور بطريقة مباشرة بغرض الوقاية من ، أو مكافحة آفات التربة . ويؤدى تراكم المبيدات فى التربة وزيادة تركيزها أحيانًا إلى الحد المؤثر على نمو وإنتاجية النبات ، أو الكائنات الحية النافعة التى تسكن التربة ، أو يؤدى إلى انخفاض نسبة إنبات البذور ، أو إحداث تشوهات خطيرة للنبات . ومن جهة أخرى .. قد تؤثر المبيدات على التربة من حيث الخصوبة ، والخواص الطبيعية والكيميائية . وبعض المبيدات الكلورينية العضوية مثل ، (د.د.ت ، وسادس كلورور البنزين) خاصة الثبات الكيميائى فى التربة لمدة تتجاوز ثلاثين عامًا فى بعض الأحيان ، ثم الاتحاد مع مكونات التربة مما يؤثر تأثيرًا ضارًا على النبات والتربة معًا ، لذا يجب إجراء دراسات مستفيضة لبيان تأثير المبيدات على التربة . وقد تم تناول هذا الموضوع فى الفصول السابقة .

تعيش الحشرات مع سائر الحيوانات والكائنات الحية في توازن طبيعي ، تتحكم فيه وتسيطر عليه عدة عوامل بيئية ، مثل : الحرارة ، والرطوبة ، وتوفر الغذاء ، وعوامل حيوية مثل : اقتراس بعض الحشرات لبعض الآخر ، وتطفل بعضها على بعض . لذلك نرى في البيئة الطبيعية ، التي لم تتدخل فيها يد الإنسان ، أن الحيوانات والحشرات تعيش في توازن طبيعي يحقق معيشة متوازنة لهما معاً . أما إذا اختلت الظروف البيئية لأي سبب طارئ أو دائم ، وإذا حلت بالمنطقة حشرات جديدة (مفترسة ، أو متطفلة) ، فإن التوازن القائم لا بد أن يختل لصالح نوع أو عدة أنواع منها ، فتزداد أو تقل الأعداد عن معدلها الطبيعي ، ويكون ذلك في صالح الإنسان ، أو عكس ذلك وفقاً لنوع الحشرات المتكاثرة .

ولعل الاستخدام المكثف ، وغير الواعي للمبيدات بقصد خفض أعداد بعض الأنواع التي زادت عن معدلها الطبيعي قد أدخل عنصرًا جديدًا في البيئة الطبيعية للحشرات . ومن الجدير بالذكر أن استجابة أنواع الحشرات لأي مادة كيميائية ليست متكافئة . وفي غالبية الأحوال يُدخل الإنسان المبيد في البيئة الطبيعية دون علم مسبق ، ومفصل بعواقب هذا التدخل وانعكاساته على الحشرات المختلفة الضارة منها والنافع . ومن المؤسف أن ينساق الإنسان وراء فلسفة خاطئة للهدف من إدخال المبيدات وهي التخلص من الآفة دون أية اعتبارات أخرى . فالأكاروس لم يصل إلى مرتبة الآفات الخطيرة ، ولم يظهر كمشكلة لها كيانها إلا بعد إدخال مبيد الـ د.د.ت واستعماله بكثافة في مصر ، لمكافحة بعض آفات القطن ، وأشجار الفاكهة عقب الحرب العالمية الثانية . كما انتشر الأكاروس على القطن عقب استعمال السيوفين في أواخر الستينات . كما أدى استعمال مركب الـ د.د.ت كذلك إلى ظهور المن ، والعنكبوت الأحمر بكثرة على النرة ، نتيجة للخلل الذي أحدثته هذه المركبات على التوازن الطبيعي بين الآفات .

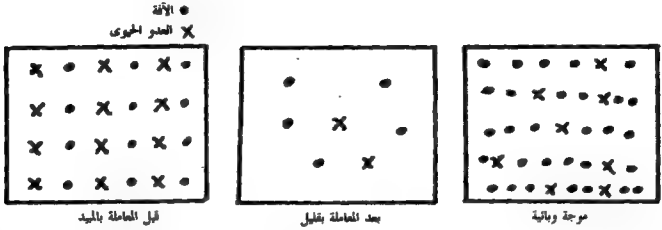
والآن حان وقت التساؤل الهام :

Target Pest Resurgence

(أ) ظهور موجات وبائية من الآفة

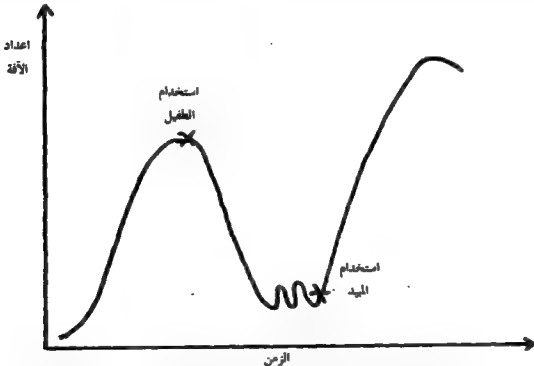
كيف أحدثت المبيدات الكيميائية خللاً في التوازن الطبيعي لصالح الآفة ؟

لأشك أن استخدام المبيدات ، دون تفهم كامل لطبيعة البيئة الزراعية المعقدة ، قد يؤدي إلى إحداث خلل في هذا النظام التوازن . وغالباً ما تحدث ظاهرة مقاومة الآفة لفعل المبيد المستخدم للقضاء عليها . ويؤدي ذلك الوضع إلى ارتفاع مستوى الكثافة العددية للآفة إلى معدل أكبر من الطبيعي . وهذا ما يطلق عليه اصطلاح *Pest resurgence* ، أو زيادة أعداد الآفة المستهدفة بصورة وبائية عقب استعمال المبيد . ويرجع ذلك أيضاً إلى انهيار ، أو انخفاض تعداد الأعداء الحيوية بمعدلات أكبر من موت الآفة شكل (١ - ٣) .



شكل (١ - ٣) : زيادة أعداد الآفة في مجال المكافحة بصورة وبائية عقب استعمال الميد الكيميائي

ويتضح من الشكل السابق أنه رغم فاعلية الميد المباشر في خفض أعداد الآفة المستهدفة بدرجة ملحوظة ، إلا أن تعداد الأعداء الحيوية انخفض في نفس الوقت بشكل أكبر ، مما أدى إلى وجود توازن غير ملائم بين الآفة وعدوها فظهرت الموجة الوبائية للآفة . وأوضح مثال على ذلك .. ماحدث في كاليفورنيا حين ظهرت حشرة البق الدقيقى الاسترالى كافة خطيرة هددت محصول الموالخ ، وتم استيراد طفيل « الروداليا » ، وبالرغم من تأثيره المؤكد على الآفة ، إلا أن استخدام المبيدات قضى على هذا الطفيل تماماً ، وبذلك حدثت موجات وبائية جديدة من البق الدقيقى في هذه المنطقة شكل (١ - ٤) .

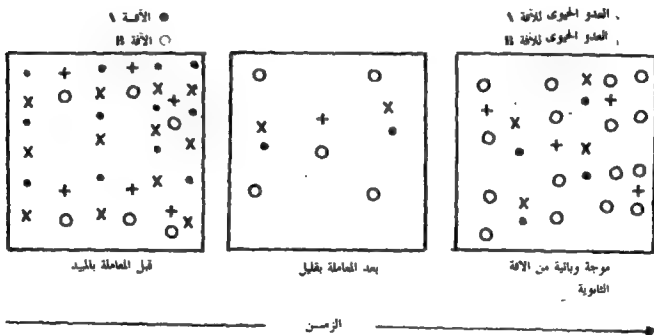


شكل (١ - ٤) : أثر استخدام الميد على تعداد آفة البعد الدقيقى الاسترالى (يلاحظ ارتفاع تعداد الآفة بعد استخدام الميد نتيجة للقضاء على طفيل الرود آلياً .

Non-target pest Resurgence

(ب) ظهور موجات وبائية من الآفة الثانوية

قد يؤدي استخدام المبيد الكيميائي ، دون دراسة متأنية وواعية للنظام البيئي ، إلى ظهور موجات وبائية من الآفات الثانوية غير المستهدفة في برامج مكافحة . ويرجع ظهور هذه الموجات عادة إلى خلل في التوازن الحيوي بين مجموع الحشرات ، نتيجة لتوجيه المكافحة ضد آفة معينة ؛ مما يتيح الفرصة أمام الآفات الثانوية للتكاثر بسرعة وبقوة ثم تصبح لها خطورتها . وقد ترجع الإصابات غير المتوقعة إلى تغيير في تركيب النبات العائل نتيجة استخدام المبيد فتجعله أكثر ملائمة لتكاثر الآفة الثانوية ، فتظهر الآفة بصورة وبائية تهدد المحصول شكل (١ - ٥) .



شكل (١ - ٥) : ظهور الآفة الثانوية (B) بصورة وبائية عقب استخدام المبيد .

يتضح من الشكل (١ - ٥) أن المبيد أظهر فعالية عالية على الآفة (A) وعلى عدوها الحيوي (X) ، ولكنه في نفس الوقت عديم الفاعلية على الآفة (B) ، والتي تتميز بانخفاض أعدادها قبل المعاملة . ومع ذلك أدى المبيد إلى القضاء الشبه التام على أعدائها الحيوية (+) . وبعدها حدث اختلال في التوازن أدى إلى ظهور هذه الآفة الثانوية بصورة وبائية . ومن المعلوم أن حدوث أي تحوير ، أو تغيير في البيئة يؤدي إلى خلل في نظامها التوازن . وعلى سبيل المثال ... تؤدي محاولة تغيير البيئة بطريقة غير ملائمة لآفة ما إلى جعلها ، وفي نفس الوقت ، ملائمة لآفة أخرى وهذا ما يحدث عند استخدام المبيدات الكيميائية . ومن هنا فإن طريقة التحكم المتكامل للآفات قد تقلل من فرص حدوث خلل غير مرغوب في النظام البيئي .

وفي محاولة لوقف زيادة تعداد الآفة المستهدفة ، بصورة وبائية عقب استعمال المبيد ، يقوم المختصون - وهذا خطأ - بزيادة تركيز المبيد ، وتكرار مرات المعاملة دون أساس علمي . وقد أظهرت هذه الوسيلة العديد من المشاكل ، من أبرزها ظهور وتطور مقاومة الحشرات لفعل المبيد ، والإضرار بصحة الإنسان ، وازدياد مستوى تلوث البيئة .

ولا يمكن إغفال التأثيرات الجانبية الضارة التي قد تحدث من جراء التوسع في استخدام المبيدات وقد سبق مناقشة موضوع الضرر على النباتات التي تعامل بصورة مباشرة أو التي تتلوث عرضياً نتيجة للمعاملة الغير محكمة خاصة بالطائرات وفي هذا المقام نود الإشارة إلى ندرة التخصص في المبيدات بمعنى أن المركب الفعال ضد آفة مستهدفة غالباً ما يحدث أضراراً على الحشرات النافعة خاصة الأعداء الحيوية من طفيليات ومفترسات ونحل العسل وغيرها . وقد سبق القول أنه لا يوجد المبيد النظيف ولن يوجد في المستقبل وجدول (١ - ١) يوضح سمية بعض مبيدات الآفات عند نحل العسل ومنه يتضح وجود ثلاثة مجموعات الأولى عالية السمية وفيها مبيد الملاثيون والديازينون والأزودرين والجاردونا وغيرها . والمجموعة الثانية متوسطة السمية مثل الأندرين والددت والأندوسلفان وغيرها والمجموعة الثالثة عديمة السمية نسبياً وكلمة نسبياً تعني الكثير حيث تتوقف السمية على العديد من الظروف والعوامل المحيطة وتشمل مبيدات الكبريت والكلثين والتوكسافين وغيرها .

جدول (١ - ١) : الجرعة التصفية القاتلة وإنحدار خطوط السمية الخاصة ببعض مبيدات الآفات على نحل العسل في العمل بعد ٤٨ ساعة من المعاملة على درجة حرارة ٨٠° فهرنت و ٧٠% رطوبة نسبية .

			y F		
Pesticide	LD ₅₀ in ug bee	Slope value	Pesticide	LD ₅₀ in ug bee	Slope value
Group 1.- Highly toxic to honey bee:					
1. tepp	0.001	0.64	42. azinphosethyl		
2. Zinophos	0.042	9.08	Ethyl Guthion	0.980	7.32
3. Dursban	0.114	7.80	43. Imidan	1.064	4.77
4. dieldrin	0.139	4.63	44. RP-11783	1.076	7.11
5. Furadan E	0.160	4.31	45. Matacil	1.160	3.72
6. parathion	0.175	7.66	46. carbaryl; Sevin	1.336	2.45
7. GC — 6506	0.178	8.19	47. Baygon	1.354	3.30
8. Dimethoate, Cygon	0.188	5.94	48. Gardona	1.354	30.00
9. GS — 13005	0.236	9.06	49. RE — 9006	1.365	10.32
10. Tamix	0.285	5.64	50. AC — 12008	1.380	3.60
11. Sumithion	0.288	5.58	51. phosphamidon, Dimecron	1.462	14.24
12. Bidrin	0.300	16.50			
13. Bayer 77433	0.305	6.80	52. Methyl Trithion	1.462	6.64
14. fenthion, Baytex	0.308	7.20	53. Iso-Systox	1.487	1.45
15. Zectran	0.308	4.92	54. Abare	1.547	2.85

Pesticide	LD ₅₀ in ug bee	Slope value	y F		
			Pesticide	LD ₅₀ in ug bee	Slope value
16. Azodrin	0.350	7.77	55. isodrin	1.607	2.63
17. fenalfothion	0.350	5.46	56. Hercules 9007	1.656	3.30
18. aldrin	0.353	4.98	57. Dow ET - 15	1.825	6.12
19. mevinphos, Phosdrin	0.360	7.96	Group II - Moderately toxic		
20. diazinon	0.372	8.97	58. endrin	2.018	4.20
21. Hesulol	0.375	3.20	59. RE — 5030	2.079	5.28
22. NIA 10566	0.406	4.26	60. Hercules 3895C	2.248	2.84
23. famphur, Famo- phos	0.417	4.85	61. Crodrin	2.260	17.10
24. Mabam	0.423	8.69	62. AC - 12009	2.284	3.43
25. azinphosmethyl, Guthion	0.423	6.84	63. Agritox, trichloronate	2.333	3.26
26. methyl parathion	0.465	7.28	64. Banol	2.357	5.91
27. Isolan	0.471	8.70	65. N-4543	2.478	2.76
28. CP - 47114	0.477	8.10	66. demeton, Systox	2.598	1.85
29. naled, Dibrom	0.480	18.18	67. EI - 4306	2.623	4.55
30. dichlorvos, Vapona	0.495	8.97	68. G - 30494	2.695	4.06
31. heptachlor	0.526	5.16	69. Pyromor	2.949	4.07
32. GS-12968	0.550	8.91	70. oxydemetonmethyl,	2.997	2.32
33. Lindane	0.562	5.07	71. Meta-systox		
34. NIA-11637	0.609	3.53	71. EI-47470	3.505	6.28
35. NIA-10559	0.624	4.50	72. TD-72	3.578	4.32
36. UC-8305	0.628	2.68	73. Bayer 38156	3.602	2.10
37. malathion	0.709	8.04	74. Bayer 30911	3.747	3.68
38. Bomyi	0.743	9.09	75. GS - 10128	3.837	6.21
39. Hercules 13462	0.829	3.90	76. Thiodan	3.868	2.28
40. UC - 10854, Hercules 5727	0.937	4.34	77. UC - 6812	3.940	3.75
41. Methyl Iso-systox	0.937	3.48	78. CG — 9160	4.035	3.98
Group II - continued:			79. CG — 10234	4.194	3.21
80. EI-47031	4.230	7.32	112. dioxathion, Denlav	21.27	5.05
81. TD-73	4.291	5.64	113. methoxychlor	23.57	1.55
82. carbophenothion, Trithion	4.472	8.39	114. Bayer 39731	26.59	1.27
83. Parthane			115. Hercules 14503	34.45	1030
84. Ethionfan,	4.496	3.60	117. Dowco 213	40.49	3.83
85. GC-9897	4.895	4.14	118. ziram, Zerlate	46.65	2.12
86. SD-7438	5.076	6.09	119. Dessin, dinobuton	48.42	5.90
87. disulfoton, Di- Syston	5.137	1.14	120. toxaphene	50.40	1.67
88. chlordane	5.233	3.24	121. trichlofon, Dipterex, Dylox	59.83	2.81
			122. GC-3582	60.43	4.92

Pesticide	LD ₅₀ in ng bee	Slope value	y F		
			Pesticide	LD ₅₀ in ng bee	Slope value
89. UC-34095, UC 270745	5.354	2.75	123. GC-10435	62.80	9.4 ^e
90. SD-3443	5.739	8.72	124. Morestan	66.47	1.3 ^e
91. ronnal, Xorlan, Trolane	5.739	2.10	125. SG-68	67.08	2.1 ^b
92. GC-10101	5.776	8.58	126. thiram, Arosan	73.72	1.1 ^b
93. Thiodan	5.833	2.91	127. calcium arsenate	78.56	4.1 ^f
94. dimotilan	5.833	4.03	128. Dri-dia	96.69	4.4 ^e
95. DDT	5.946	4.89	129. GC-8993	96.69	1.3 ^e
96. falo-fluroxole	6.526	3.40	130. GC-9832	98.00	2.6 ^e
97 HPII	6.763	3.33	131. GC-78	108	3.1 ^b
98. mirax	7.145	3.23	132. CMU	110	0.7 ^e
99. GC-3583, SD-8210	7.735	3.57	133. Eradex	121	1.14
100. endothon	8.001	7.02	134. dicofol. Kethane	145	1.5 ^e
101. Tranid	8.096	3.27	135. TDE, Rothane, DDD	161	0.9 ^b
102. Phosalone	8.939	3.83	136. SG-77	163	2.6 ^e
103. HRS-1422	9.548	3.20	137 Q-128	179	0.7 ^e
104. pharate, Thimet	10.07	1.34	138. Polyrom	437	1.5 ³
105. Kopone	10.39	4.83	139. fanson, Murvosco	483	0.06 ^e
Group III-Relatively Nontoxic:			140. SG-74	880	0.99
106. CP-10502	11.00	3.62	141. sulfur	1051	1.33
107. monazon, Saphos	11.06	2.03	142. chlorobenzilate	1849	1.01
108. binapocryl, Morocide	11.60	9.97	143. dinitrocyclo- hexylphenol, Dinax	2175	0.45
109. sabadilla	12.33	6.20	144. SG-63	3625	0.91
110. CP-10516	14.50	3.20	145. GC-6936	10031	0.63
111. athion, Niolate	20.55	0.95			

الفصل الثانى

مقاومة الآفات لفعل المبيدات

أولاً : مقدمة

ثانياً : تطور مقاومة المبيدات مع الزمن

ثالثاً : بعض التعاريف المستخدمة فى هذا المجال

رابعاً : وراثة مقاومة الحشرات لفعل المبيدات .

خامساً : العوامل البيوكيميائية المسببة للمقاومة .

سادساً : مقاومة الأعداء الحيوية للمبيدات .

سابعاً : حقيقة وتشخيص مقاومة الحشرات لفعل المبيدات الحشرية .

ثامناً : التحكم فى مقاومة مفصليات الارجل .

الفصل الثانى

مقاومة الآفات للمبيدات

Resistance of Pests against pesticides

أولاً : مقدمة .

رغم أهمية الدور الذى تلعبه المبيدات فى مكافحة الآفات إلا أن الاستخدام المكثف وعدم إتباع الأسلوب العلمى فى التطبيق أدى إلى ظهور العديد من المشاكل التى تم تناولها فى الباب الثانى ، بالإضافة إلى ظاهرة مقاومة الحشرات لفعل هذه الكيماويات المتميزة . وتعتبر مشكلة المقاومة أكثر خطورة وتعقيداً من جميع المشاكل السالفة الذكر . وتعنى هذه الظاهرة ببساطة أن الآفات لم تعد تقتل بجرعات كانت تقتلها من قبل . كما يستلزم تحقيق الكفاءة قبل ظهور المقاومة ، واستعمال جرعات أعلى من نفس المبيد ، وتكرار مرات المعاملة . وتضع معظم الدول القيود على استعمال جرعات أعلى من المادة التى تكونت لها صفة المقاومة ، لأنها وسيلة غير عملية تصاحبها زيادة التكاليف الاقتصادية ، وزيادة مستوى تلوث البيئة (التكاليف البيئية) . ومن ثم يصبح من الضرورى استبدال المبيد بآخر ومن مجموعة كيميائية مختلفة ، أو تغيير طريقة المكافحة ، خاصة أسلوب التتابع . وعموماً .. نجد أن استمرار تعرض الآفة لمبيد معين مع سياسة زيادة التركيز الموصى به قد يحقق مكافحة مرحلية ، وتكون الآفة سلالة مقاومة فى النهاية لفعل هذا المبيد . ولتفسير هذه الظاهرة نذكر المثال التالى :

من واقع الخبرات التطبيقية اتضح أن التركيز الموصى باستخدامه لمكافحة آفة ما بمبيد كيميائى معين لا يسبب إبادة لجميع أفراد العشيرة (١٠٠٪ إبادة) المعرضة له . وإذا افترضنا نظرياً حدوث ٩٠٪ إبادة فى المعاملة الواحدة ، فإن ذلك يعنى استمرار حيوة ١٠٪ من الأفراد ، والتى تكون قادرة على تكوين الأجيال التالية . ويعتبر التركيز المبيد لـ ٩٠٪ من مجموع أفراد العشيرة تركيزاً تحت ميث للأفراد الحية (١٠٪) ، والتى منحها الطبيعة صفات تجعلها أكثر تحملاً لفعل المبيد . وإذا ارتبطت هذه الصفات بعوامل يرقية فقط أطلق عليها قوة التحمل Tolerance ، أما إذا ارتبطت بعوامل وراثية أطلق عليها المقاومة Resistance . وعليه .. فإن تكرار المعاملة بالمبيد الواحد ، واستمرار تكاثر الأفراد الحية بعد كل معاملة يؤدى فى النهاية إلى ظهور سلالة مقاومة لفعل المبيد . وقد دلت

الدراسات على أن هناك عوامل وراثية في الأفراد المقاومة مسئولة عن ظهور هذه الصفة في أفة ما تجاه مييد معين أو أكثر .

ثانياً : تطور مقاومة المييدات مع الزمن Pesticide resistance in time

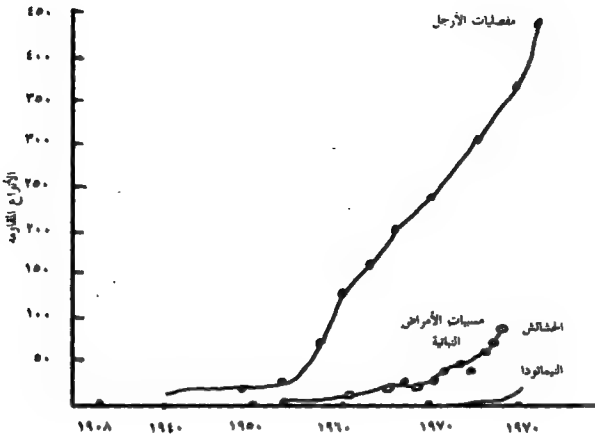
اكتشفت أول حالة لمقاومة الحشرات لفعل المييدات بواسطة العالم ميلاندر Melander عام ١٩١٤ . وتبدو هذه الظاهرة الآن غاية في التشعب والتعقيد ، لدرجة أنها تؤخذ في الاعتبار عند تصميم أى برنامج لمكافحة آفة ما . ولا تقتصر المقاومة لفعل المييدات على الحشرات فقط (شكل ٢ - ١) ، ولكنها تحدث أيضاً في الكائنات الأولية بسيطة التركيب ، مثل : البكتيريا ، والسيوروزوا ، كما تحدث في الكائنات المتطورة معقدة التركيب ، مثل : الثدييات ، والنباتات البذرية . ولقد أثرت ظاهرة المقاومة على فاعلية مدى واسع من السموم والكيماويات المختلفة ، مثل المضادات الحيوية ، والمقاوم المضادة للملاريا ، والمييدات الحشرية ، ومبيدات القوارض ... إلخ .

ومن الواضح أن تطور ونمو ظاهرة المقاومة للكيماويات قد برز الآن على السطح كمشكلة عالمية ، حيث أظهرت جميع الكائنات الحية من البكتيريا ، والثدييات مقاومة لفعل السموم المستخدمة كمييدات حشرية . ويمكن القول بأن المقاومة لا تظهر إلا عند ، أو بعد استخدام المادة القاتلة . وتتخذ ظاهرة المقاومة الحقيقية ، أو القدرة على المقاومة في الحسبان دائماً Actual resistance لآفة ما عند تقييم مركب جديد معملياً أو حقلياً . وهي مسألة حاسمة في استمرارية تسويق المييد الجديد ، وتظهر غالباً عند تتبع درجة تأثير وفاعلية المركب مع التطبيق المستمر . ويجب أن ننبه مرة أخرى إلى مدى ارتفاع تكلفة اكتشاف ، وتطوير أى مركب جديد ، حيث بلغت إلى ١٠ ملايين دولار عام ١٩٧٢ ، ثم قفزت إلى ٢٠ - ٥٠ مليون دولار في الفترة ١٩٨٠ / ١٩٨٥ . وتعتبر ظاهرة المقاومة من أهم العناصر المحددة لنجاح الاستثمار في مجال صناعة المييدات ، واحتمالات الحصول على مركب جديد ، كما سبق القول في الأبواب الأولى من هذا الكتاب .

وتظهر تكلفة مجابهة ظاهرة المقاومة على مستوى التطبيق الحقلي واضحة ، حيث تتمثل في تكرار مرات المعاملة ، وزيادة التركيز ، واستبدال المييد بآخر له مواصفات متميزة . وقد لوحظ في ولاية كاليفورنيا الأمريكية ارتفاع تكلفة مكافحة آفات القطن في الفدان الواحد باستخدام البيروثرويدات ، والمييدات الفوسفورية العضوية ، حيث وصلت إلى ٢٠٠ - ٣٠٠ دولار . وقد أشار Pimentel وآخرون عام (١٩٨٠) إلى أن الزيادة في تكلفة مكافحة الآفات بالمبيدات نتيجة لظاهرة المقاومة في الحشرات تصل إلى ١٣٣,٠٩ مليون دولار سنوياً في أمريكا . ولا يتضمن هذا الرقم التكاليف غير المباشرة الناتجة في مجال أبحاث تصنيع المييد ، أو تكلفة مراحل تسجيله .

وقد أظهرت السجلات والوثائق ازدياد أعداد أنواع الآفات المقاومة لفعل المييدات عاماً بعد آخر كما في أشكال (٢ - ١) ، (٢ - ٢) . وقد لوحظ أن المقاومة تجاه المييدات تنتشر جغرافياً في

	المعادن الثقيلة	مضادات الماريا	مضادات الكوكسيدا	المبيدات الفطرية	المبيدات الكيميائية	المبيدات اليمانية	مبيدات القوارض	مبيدات الحشرات
الكوبال	●							
الأكسيدوزور		●	●					
الفطريات			●	●				
البكتيريا				●				
الأفروسات			●	●				
الحشرات				●	●			
القشريات				●				
الأمعاء				●				
الصفاوح				●				
القوارض				●			●	
الحشرات				●				●



(شكل ٢ - ٢) : الزيادة في عدد أنواع مفصليات الأرجل ، ومسيبات الأمراض ، والحشائش ، والنيماطودا المقاومة لمبيدات الآفات .

جميع أنحاء العالم . وقد ركزت هذه الدراسة على مفصليات الأرجل ، ومسببات أمراض النبات ، والحشائش .

Standardized tests

١ - الاختبارات القياسية

نظراً لأهمية تحديد مستوى نشاط المقاومة .. ظهر معظم الاختبارات القياسية لأنواع عديدة من الآفات . وقد أجريت هذه الاختبارات بمعرفة منظمة الصحة العالمية «W.H.O» في الفترة بين ١٩٧٠ - ١٩٨٠ على مجموعة من الآفات ذات الأهمية الاقتصادية ، كما أحيزت ٢٣ طريقة قياسية لتقدير مدى مقاومة ٣٦ نوعاً من الآفات الزراعية بمعرفة منظمة الزراعة والأغذية «FAO» .

وأمكن حديثاً إجراء عملية المراقبة ، أو الإشراف Surveillance على مستوى المقاومة باستخدام ما يسمى بالجرعات التشخيصية Diagnostic doses ، أو الجرعات التمييزية Discriminating doses ، وهي تعنى استخدام جرعة واحدة تمت الحشرات الماددة والحساسة ، وتكون مرتفعة بدرجة كافية تبلغ حوالى ٢ - ٣ ضعف الجرعة العادية ، حيث تسمح فقط باستمرار حياة الأفراد التي تقع خلف الحد الأعلى لفترات الثقة الخاصة بالجرعة القصوى LD₉₀ . ولقد وضعت هذه الجرعات التشخيصية للحشرات الكاملة ، ويرقات بعوض الأنوفيليس ، والكيولكس ، والأيدس . وبذلك يمكن اختبار أعداد كبيرة من الأفراد باستخدام هذه الجرعات الحرجة Critical doses . وتعتمد هذه الجرعات التشخيصية على التقدير الدقيق للجرعة القصوى LD₉₀ في تعداد حقل ، وعلى فترات الثقة للحساسية عند هذا المستوى . وهي تحتاج لعمل تقييم حيوى لمنحنى (الجرعة - الاستجابة) .

كما ظهر نوع آخر من أنواع المراقبة على المقاومة في شكل اختبارات تشخيصية بيوكيميائية بسيطة ، وذلك لتقدير النظم المتخصصة المسؤولة عن المقاومة . ويمكن إجراء هذه الاختبارات بتجارب حقلية معملية . ويمكن تحديد اختبارات التحذير ، أو التنبيه monitoring غالباً عند درجة المقاومة للمبيد الفوسفورى العضوى . وذلك بتقدير كفاءة الإستيريزات في تحليل الوسيط الكيميائى α -B-naphthyl acetate . ونحتاج هذه الدراسات إلى العديد من التجارب التفصيلية عن طبيعة الإستيريزات ، كما تتطلب المعرفة الكافية عن مدى الترابط بين النشاط العالى ، ومدى مقاومة الآفة (مجال الاختبار) للمبيد الفوسفورى . وتوجد طرق مشابهة لتقدير مستوى المقاومة للمبيد الكارباماتى ، والتي تعزى إلى خفض مستوى حساسية إنزيم الأستيل كولين إستريز تجاه هذا النوع من المبيدات . وعموماً .. فإن هذه التجارب تمدنا بمعلومات تصنف بالعمومية عن المقاومة ، ولا يمكن من خلالها معرفة درجة المقاومة على وجه التحديد . وعليه .. فإن هذه الاختبارات تكمل ولا تحل محل اختبارات التقييم الحيوى .

Computerization of resistance records

٢ - برجة سجلات المقاومة

منذ عام ١٩٧٢ تم برنامج تقسيمى لتصنيف حالات المقاومة في الحشرات ، والأكاروسات

بواسطة العالم الشهير جورجيو Georgion بجامعة كاليفورنيا بأمريكا ، حيث تخرج المعلومات المتاحة ، وبذلك يمكن استرجاعها تبعاً لعدد المعايير ، أو المقاييس الخاصة بنوع الآفة ، المبيد المائل ، البلد ، الموقع المحلي ، درجة المقاومة ، سنة اكتشاف الظاهرة ، مصدر المعلومات جدول (٢ - ١) . وتتضمن النتائج في هذا الجدول حالات المقاومة الناتجة من المعاملة الخلقية للمبيد ، وعدد حالات المقاومة التي ظهرت في المعمل . وقد أجريت بعض التجارب الخاصة واتضح منها انخفاض مستوى انتجابة العشرة للمبيد المستخدم . وأدى هذا التغير في الحساسية إلى خفض مستوى وكفاءة المكافحة ، وإلى استبدال المبيد بالتالي .

وقد قامت منظمة الزراعة والأغذية «FAO» بإجراء حصر عن حالات المقاومة أعوام (٦٥ - ٦٨ - ١٩٧٤) من خلال انتشار الباحثين في البلاد المختلفة ، وفحص التقارير الخاصة بالأبحاث التي أجريت في البلاد المختلفة ، بالإضافة إلى بعض المعلومات من خلال الاتصال الشخصي ، أو من خلال الأبحاث المنشورة . وتمكن الباحثون من تسجيل بعض حالات المقاومة لمركبات الزرنيخ ، وحمض الأيدروسيانك ، ومخلوط الجير الكبريتي ... إلخ . وهي توضح قدرة مفصليات الأرجل على إظهار المقاومة ضد مختلف السموم . إلا أنه من المعروف الآن أن المقاومة في مجموعات الحشرات - التي لم تعد تتعرض لأي ضغط انتخائي بنفس المبيد ، أو غيره من المبيدات القريبة - تظهر تراجعاً إلى مستويات لا يمكن تقديرها .

Status of resistance

٣ - حالة أو موقف المقاومة

بلغت أنواع الحشرات والأكاروسات التي ظهرت بها سلالات مقاومة لفعل المبيدات حتى نهاية عام ١٩٨٠ حوالي ٤٢٨ نوعاً جنس (٢ - ٢) ، ومن بينها حوالي ٢٦٠ نوعاً (٦٠,٧٪) ذات أهمية زراعية ، والباقي وعدده ١٦٨ نوعاً (٣٩,٣٪) ذات أهمية طبية وبيطرية . ويوضح شكل (٢ - ٣) مدى تزايد تعدد الأنواع المقاومة في الفترة من ١٩٠٨ حتى عام ١٩٨٠ . ويظهر في هذا الشكل تطور حالات المقاومة في أمراض النبات (٩١ نوعاً) ، والحشائش (٥ أنواع) ، والنيماتودا المتطفلة على النبات (٢ نوعان) .

وقبل عام ١٩٤٦ سجلت ١٢ حالة لمقاومة مفصليات الأرجل للمبيدات ، وذلك حينما عرفت أول حالة لمقاومة الـ د.د.ت في أرناس Aras ، كما سجلت في السويد حالات مقاومة للمبيدات غير العضوية ، مثل : مركبات الزرنيخ ، وسيانيد الأيدروجين ، ومخلوط الجير الكبريتي ، والكربوليت ، والسليم . كما توجد تسجيلات مشابهة خاصة بتلويح مقاومة مسببات الأمراض النباتية ، والتي توضح انخفاض حالات المقاومة للمبيدات الفطرية النحاسية ، والكبريتية ، والزيقية ، بينما ازدادت هذه الحالات عند إدخال مركبات Benzimidazoles . وقد أظهرت الوثائق انخفاض حالات المقاومة قبل مرحلة استخدام الـ د.د.ت ، وكذلك قبل استخدام المبيدات الفطرية العضوية . وقد يرجع ذلك إلى تعدد مواضع تأثير المبيدات غير العضوية على عدة نظم حساسة داخل الحشرة . وتعزى ندرة حدوث المقاومة الوراثية في مجموعات الحشرات غير المنتجة إلى استحالة تواجد مختلف الجينات

جدول (٢ - ١) : عدد أنواع مفصليات الأرجل التي تم تسجيل حالات المقاومة بها لفعل المبيدات .

الزرة أو تحت الزرة	مجموعة المبيدات الكيميائية						السمية الطبيعية		المجموع النسبة المئوية
	السيكلوفانيلين	الفوسفورية	الكاربامات	البيروثروينيدات	اللدعميات	سورحات	أفات حية زراعية	أفات ويطرية	
الإكروسفات	١٧	١٥	٤٧	٦	١	-	٣٠	١٥	٣٨
القتل للمص	٤	٤	٢	١	-	-	-	٦	٦
معدية الأجنة	٢٤	٥٥	٢٦	٩	٣	١٤	٥	-	٦٤
جذبية الأجنة	١	١	-	-	-	-	-	١	١
ذات المناسخ	١٠٦	١٠٧	٦٠	١١	٦	-	١	-	١٥٣
ذباب مايو	٢	-	-	-	-	-	-	-	٢
غير معدية الأجنة	٨	١٦	٦	-	-	-	-	٤	١٦
مشابهة الأجنة	١٣	١٣	٢٨	٩	٣	١	-	٤٢	٤٢
عشاقية الأجنة	١	٣	-	-	-	-	-	٣	٣
حرسية الأجنة	٤٠	٤٠	٣١	١٤	٨	-	٢	-	٦٤
القتل للقرض	-	٢	-	-	-	-	٢	-	٢
سوطية الأجنة	٣	٣	٢	١	١	-	-	٣	٣
عالية الأجنة	٧	٥	٢	-	-	-	-	٨	٨
هدية الأجنة	٣	٥	١	-	-	-	٢	-	٧
المجموع الكلي	٢٢٩	٢٦٩	٢٠٠	٥١	٢٢	١٧	٤١	١٦٨	٢٦٠
(%)	٥٣,٥	٦٢,٩	٤٦,٣	١١,٩	٥,١	٩,٦	٣٩,٣	٦٠,٧	١٠٠

معاً في فرد واحد . وهناك شك في أن يكون تعدد مواضع التأثير في المبيدات غير العضوية السبب الوحيد لندرة مقاومة الحشرات لهذه المركبات . وهناك عوامل أخرى لا يمكن تجاهلها تساعد هذه الظاهرة ، مثل الطبيعة الأيونية للمكون السام لهذه المركبات ، والتي تعمل على تقليل احتمال فقد السمية بفعل إنزيمات التمثيل .

بالإضافة إلى ما سبق .. فإن زيادة كمية المبيدات التي استخدمت بعد الحرب العالمية الثانية قد ساعدت على زيادة حدة المقاومة فقد قفز معدل بيع المبيدات الحشرية ، والحشائشية ، والفطرية من ١,١ بليون دولار عام ١٩٦٠ إلى ٣,٦ بليون دولار عام ١٩٧٠ ، ثم وصل إلى ٩,٧ بليون دولار عام ١٩٧٩ . وتوضح هذه الأرقام الزيادة الرهيبة للضغط الانتخابي على أنواع الآفات المختلفة نتيجة لاستخدام المبيدات . ومن الملفت للنظر تضاعف تعدد أنواع مفصليات الأرجل التي أظهرت مقاومة للمبيدات في السنوات العشر الأخيرة ، حيث بلغت ٢٤٤ نوعاً عام ١٩٧٠ ، ثم قفزت إلى ٤٢٨ نوعاً عام ١٩٨٠ .

وتقع غالبية الأنواع المقلومة من الحشرات (٤٢٨ نوعاً) في رتبة ذات الجناحين (١٥٣ نوعاً) تمثل ٣٥,٧ ٪ . وقد يعكس هذا الرقم مدى قوة الضعف الانتخابي للمبيدات ضد البعوض ، والذباب في جميع أنحاء العالم ، بينما بلغ توزيع الأنواع المقلومة في مجال الزراعة في رتبتي حرشفية وغمدية الأجنحة (٦٤ نوعاً تمثل ١٤,٩ ٪ ، والأكاروسات (٥٣ نوعاً) تمثل ١٢,٤ ٪ ، ونصفية الأجنحة (٩٥ نوعاً) تمثل ٢٢,٢ ٪ .

جدول (٢ - ٢) : التزايد في تعداد الأنواع المقاومة من مفصليات الأرجل خلال الفترة من ١٩٧٠ - ١٩٨٠ .

حالات المقاومة لكل مجموعة من المبيدات	١٩٧٠	١٩٨٠	معدل الزيادة
د.د.ت	٩٨	٢٢٩	٢,٣٤
السيكلوداين	١٤٠	٢٦٩	١,٩٢
المبيدات الفوسفورية العضوية	٥٤	٢٠٠	٣,٧٠
الكاربامات	٣	٥١	١٧,٠٠
البيرثرويدات	٣	٢٢	٧,٣٣
المدخنات	٣	١٧	٥,٦٧
متنوعات	١٢	٤١	٣,٤٢
المجموع	٣١٣	٨٢٩	٤١,٣٨

من الجدول السابق يمكن تصور مدى الزيادة في مستوى المقاومة ، عندما يؤخذ في الاعتبار عدد أنواع الحشرات المقاومة \times مجموعات المبيدات التي تظهر مقاومة . وعلى هذا الأساس .. ارتفعت حالات المقلومة من ٣١٣ عام ١٩٧٠ إلى ٨٢٩ عام ١٩٨٠ بمعدل زيادة يصل إلى ٢,٦٥ مرة . بالإضافة إلى ذلك .. فإن عدد المبيدات التي تظهر مقاومة يوضح مدى ارتفاع عدد الحالات المسجلة عام ١٩٨٠ حيث بلغت ١٦٤٠ حالة . ويمكن بناءً على ذلك توقع الزيادة المرتفعة في حالات لمقاومة تجاه المبيدات الحديثة ، حيث وصلت إلى ١٧ ضعف بالنسبة للكاربامات ، ٧,٣٣ ضعف لمبيرثرويدات ، بينما وصلت إلى ٣,٧ ضعف في المبيدات الفوسفورية العضوية ، ٢,٣٤ ضعف لـ د.د.ت ، ١,٩٢ ضعف لمركبات السيكلوداين . ويجب أن يكون واضحاً أن هذه الدراسات الإحصائية هي اتجاه عام ، حيث تتأثر الأعداد الحقيقية لحالات المقلومة بحجم الأبحاث الجارية في كل منطقة ، والفترة الزمنية التي ظهرت فيها نتائج هذه الأبحاث وعموماً .. فإن النتائج المتاحة عن المقاومة لا تعبر تماماً عن جميع حالات المقاومة التي لم يتم تسجيلها .

ثالثاً : بعض التعاريف المستخدمة في هذا المجال

Susceptibility

١ - الحساسية

تعرف السلالة الحساسة (Susceptible strain (S.S. ، بأنها تلك السلالة التي يعجز أفرادها عن تحمل تركيزات مرتفعة من المبيد ، ويموت معظمها عند تعرضها لتركيزات منخفضة منه . وتوجد السلالة الحساسة دائماً في الطبيعة ، وذلك في المناطق التي لم تعامل من قبل بالمبيد . ولا تحتوي الأفراد الحساسة لأي مبيد على جينات المقاومة له . ولابد من وجود سلالة حساسة قياسية حتى يتم تحديد مستوى مقاومة سلالة لمبيد كيميائي معين .

Tolerance

٢ - التحمل

ويعنى قدرة الحشرة على تحمل تركيز معين من المبيد دون أن تموت ، وذلك بصرف النظر عن مستوى التركيز . وتحتوي جميع الكائنات الحية على بعض النظم الحيوية التي تعمل على هدم مستوى معين من تركيز المادة الكيميائية . ويتوقف مستوى الهدم على نوع الكائن الحي ، ونوع المادة الكيميائية ، وطريقة التعرض ، وطريقة الفعل . وقد تعتبر هذه وسيلة لقياس أهمية المقاومة الطبيعية ، أو تحمل الأنواع . ولكل نوع من الآفات القدرة على القيام بوظائفه الحيوية بعد أن يتأثر بفعل مبيد معين ، حتى يصل التركيز إلى مستوى معين يتوقف على عمر الحشرة ، الجنس ، الطور العامل ، نوع المبيد ، طريقة المعاملة ، العوامل البيئية .

ويتحدد مستوى التحمل بعوامل مختلفة ، مثل : قابلية نفاذية الجليد للمبيد ، سهولة امتصاص المبيد خلال القناة الهضمية ، السلوك المؤثر على درجة ملامسة السم ، التفاعلات البيوكيميائية التي تتداخل معها المبيدات الممتصة . كما يختلف التحمل باختلاف الأنواع ولا يختلف كثيراً في الأنواع المتائلة التي تعيش تحت نفس الظروف الطبيعية . ويلاحظ أن السلالات العملية تكون أقل تحملاً للمبيد من السلالات الحقلية في الغالب ، حيث تتعرض الأخيرة لظروف بيئية غير مناسبة تؤدي إلى موت الأفراد الأقل تحملاً ، وبقاء الأفراد القادرة على التحمل ، بينما ترفى السلالات العملية تحت ظروف بيئية نموذجية .

Vigor tolerance

٣ - التحمل الفائق

وهو يمثل قدرة الحشرة على تحمل تركيز أعلى مما تتحمله السلالة الحساسة . ويرجع التحمل الفائق لسلالة ما إلى تحسين تغذية أفراد السلالة ، أو زيادة في وزن وحجم الأفراد ، أو تربية سلالة من أفراد استطاعت أن تنجو من ظروف بيئية غير مناسبة . ونتيجة لهذا التعرض تكون للأفراد قدرة عالية على تحمل تركيز المبيد بدرجة أعلى مما تحمله الأجيال السابقة . ومن الجدير بالذكر أن الأفراد ذات التحمل مائق لا تحتوي أي جينات للمقاومة .

قد تورث المناعة في الحيوان ضد العدوى بالمسببات المرضية من جيل لآخر ، ويُطلق عليها المناعة الموروثة *Inherited immunity* . وهي تشابه في ذلك مقاومة الآفات لفعل المبيدات ، والتي تورث عن طريق انتقال جين أو جينات خاصة بالمقاومة من جيل لآخر . وقد تكون المناعة مكتسبة *Acquired immunity* ، وذلك بمعنى أن يكتسبها الفرد أثناء حياته ، وهي تختلف في ذلك عن المقاومة . ويمكن القول بشكل عام بأن المناعة تعني العلاقة بين الحيوان والعدوى بالمسببات المرضية ، بينما تعني المقاومة قدرة الآفة ، أو الكائن الحى على مقاومة فعل مادة كيميائية سامة نتيجة صفات مورثة موجودة به قبل التعرض للمبيد .

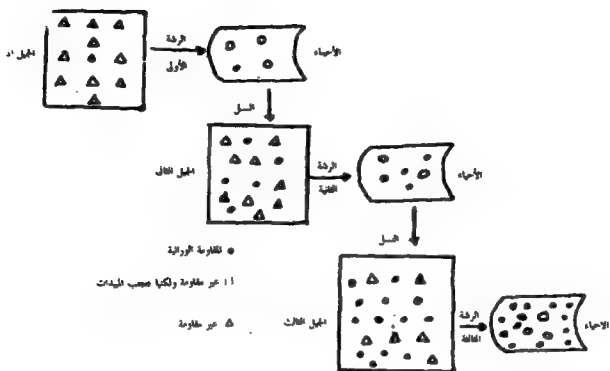
تعرف المقاومة الوراثية بأنها قدرة الكائنات الحية على تكوين سلالات قادرة على الحياة بعد تعرض أجيالها الأولى الحساسة لضغط المبيد الكيميائي . وتعمل الأفراد الحية في جيل ما على نقل صفة المقاومة إلى الجيل التالي . ومع استمرار التعرض يحدث انتخاب طبيعي للأفراد ، وتزداد صفة المقاومة في الأفراد ، ويقل - في النهاية - تأثير المبيد الكيميائي أو يعدم تماماً نظراً لزيادة نسبة الأفراد المقاومة وراثياً .

وتعرف السلالة الحشرية المقاومة لفعل مبيد ما (*Resistant Strain (R-S*) ، بأنها تلك المجموعة من الحشرات التي يمكن لمعظم أفرادها تحمل تركيزات عالية من المبيد الكيميائي دون أن تقتل ، وذلك بالرغم من أن هذه التركيزات قاتلة لمعظم أفراد السلالة الحساسة من نفس النوع . ويشترط أن تكون الأجيال السابقة للسلالة المقاومة قد تعرضت من قبل لتركيزات من هذا المبيد ، وتنتج عن ذلك قتل عدد كبير من الأفراد الحساسة في كل جيل ، حتى يصبح معظم أفراد السلالة مقاوماً وراثياً للمبيد بعد عدة أجيال شكل (٢ - ٣) .

يمكن تمييز السلالة المقاومة عن غيرها من السلالات عن طريق قياس LD_{50} الجرعة الكافية لقتل ٥٠٪ من أفراد العشيرة ، لأى سلالة ، ومقارنتها بقيمة LD_{50} للسلالة الحساسة . فإذا زادت قيمة هذا المعيار للسلالة المختبرة عن عشرة أمثال السلالة الحساسة ، فإن هذا يعنى أن هذه السلالة مقاومة (هوسكنز وجوردون - ١٩٥٦) . ويعد النظر في قيمة هذه النسبة الآن ، حيث يشير معظم علماء التوكسيكولوجي إلى أن قيمة العشرة أمثال ليست كافية لاعتبار السلالة مقاومة . وعموماً .. يمكن تقدير مستوى مقاومة سلالة ما لمبيد معين تبعاً للمعادلة التالية :

$$\text{مستوى المقاومة (Resistance ratio)} = \frac{LD_{50} \text{ للسلالة المختبرة}}{LD_{50} \text{ للسلالة القياسية (الحساسة)}}$$

وتحترق قيمة العشرة أمثال الحد الأدنى للمقاومة . وقد أشار Pradhan عام ١٩٦٠ إلى أن الحساسية ، والتحمل الفائق ، والمقاومة هي ثلاث حالات تختلف عن بعضها في المعدل ، ولا تختلف في



شكل (٢ - ٣) : تطور مقاومة الآفة للفعل المبيد الكيميائي (عن Flint & van de Borch — ١٩٧٧) .

النوع ، أى أنها ثلاث درجات على مقياس واحد ، وذلك لأن الاختلاف بينها يكمن في نسبة الأفراد المقاومة إلى باقي أفراد العشيرة في كل حالة .

ولتحديد ظاهرة المقاومة لآفة ما نجه مبيد معين ، يلزم الحصول على نتائج دقيقة عن نسبة الآفات الحية ، والميتة بعد المعاملة في مناطق مختلفة ، ثم تجرى تقديرات مؤكدة للمقاومة تحت ظروف المعمل ، وذلك بتعريض العشيرة الحقلية لكميات معلومة من المبيد ، ومقارنتها بالسلالة الحساسة ، ثم دراسة مدى نمو ظاهرة المقاومة مع تتابع الأجيال Development of resistance بإجراء ضغط انتخابي بالمبيد على الآفة (مجال الدراسة) .

Behaviouristic resistance

٧ — المقاومة السلوكية

تعنى المقاومة السلوكية التغير في السلوك التخصصي للأنواع ، أو قدرة النوع على تجنب جرعات سامة من مبيد معين ، لا تستطيع الأفراد الأخرى من نفس النوع تقاذه . ولا تعزى المقاومة السلوكية لتفاعلات بيوكيميائية معينة ، أو إلى فشل المبيد في النفوذ داخل جسم الحشرة ، بل ترجع أساساً إلى سلوك غير عادي للحشرة يجعلها قادرة على تجنب المبيد الكيميائي . ويعني ذلك أنه عند

وضع تركيزات ممتدة من مبيد معين على أفراد ، تتميز بقدرتها على إظهار المقاومة السلوكية ، فإنها تموت مثلها في ذلك الأفراد مثل العادية . وتختلف المقاومة السلوكية عن المقاومة الفسيولوجية (physiological resistance) ، والتي ترجع إلى عوامل وراثية . لذا .. يفضل بعض العلماء إطلاق اصطلاح التجنب السلوكى Behaviouristic avoidance بدلاً من المقاومة السلوكية على أساس أنه لم يحدث أى ضغط انتخاى لأفراد ذات سلوك معين نتيجة لاستعمال المبيد كما في المقاومة الفسيولوجية . ومن أمثلة التجنب السلوكى .. قدرة بعض سلاسل الصرصور الألماني على تجنبه بعض المبيدات نظراً لصفاتها الطاردة ، وقدرتها أيضاً على مقاومة السيالات العصبية التي تقودها إلى البحث عن مناطق مظلمة حيناً لا تعامل المناطق المضيئة بالمبيد .

ومن الضروري التأكد من أن الحشرة تغير سلوكها بسبب مقاومتها لفعل المبيد ، حتى يمكن أن نطلق على هذه الظاهرة المقاومة السلوكية . لذا .. يلزم دراسة السلوك الطبيعي للحشرة قبل استعمال المبيد ، وملاحظة التغير في السلوك نتيجة المعاملة بالمبيد الكيميائي . ومن الحالات التي لوحظ فيها حدوث تغير في سلوك الأفراد ، ويعتقد أنها مقاومة سلوكية ملحوظة زيادة نسبة أفراد البعوض خارج المنازل بعد المعاملة بالـ D.D.T .

Cross resistance

٨ — المقاومة المشتركة

يستخدم اصطلاح المقاومة المشتركة في جميع الحالات التي يجرى فيها ضغط انتخاى بمبيد معين ، ويؤدي ذلك إلى انخفاض حساسية الآفة تجاه مبيد آخر . فقد تظهر السلالة المنتخبة بالمبيد (أ) مقاومة في نفس الوقت تجاه المبيد (ب) ، مع العلم بأن المبيد (ب) من مجموعة كيميائية أخرى . وعلى الرغم من أن ضغط المبيد (ب) لا يدخل في عملية الانتخاب . وقد عرف Grayson & Cochran المقاومة المشتركة بأنها حالة تحدث حيناً تكون هناك مقاومة لأكثر من مبيد كنتيجة لتعرض الآفة لأحد هذه المبيدات ، وهذا ما يطلق عليه اسم المقاومة المشتركة الحقيقية True-cross resistance ، أو المقاومة المشتركة غير المعقدة Uncomplicated cross-resistance .

أوضح Winterringham & Hewlett العلاقة بين المقاومة الناتجة من التعرض للمبيدات الكلورينية ، والكاربامات ، والمبيدات الفوسفورية العضوية . ففي حالة المبيدات الفوسفورية العضوية تصل المقاومة إلى أقصى مستوى مع مبيدات من نفس المجموعة ويطلق على ذلك المقاومة المشتركة ، كما تظهر الحشرات المقاومة لفعل المبيدات الفوسفورية مقاومة لفعل الـ D.D.T. وبعض الكاربامات .

وتعزى المقاومة المشتركة إلى المقاومة الفائقة للحشرة Vigor resistance ، والناتجة من التغير في صفة معينة ، مثل : مستوى امتصاص الكيوتيكل Cutaneous absorption ، أو قدرة نفاذية الغلاف العصبي ، أو قد ترجع إلى إمكانية النظم الإنزيمية الخاصة بالمقاومة .

وقد قسمت المبيدات الكيميائية تبعاً لشدة المقاومة المشتركة إلى مجموعات تحتوى كل منها -

عدد من المبيدات الكيميائية . فإذا كانت السلالة الحشرية مقاومة لإحداها ، سهل عليها تكوين مقاومة مشتركة للآخرين من نفس المجموعة . وهذه المجموعات هي :

- ١ — مجموعة الـ د.د.ت ومماثلاته التركيبية مثل : DFDT ، والميثوكسى كلور .
 - ٢ — مجموعة المماثلات التركيبية للـ د.د.ت المحتوية على مجموعة النيترو ، مثل : البيولان ، والبيولان .
 - ٣ — مجموعة سادس كلوريد البنزين والسيكلوداين ، مثل : التوكسافين ، والكلوردان ، والتلدين .
 - ٤ — مجموعة المركبات الفوسفورية العضوية .
 - ٥ — مجموعة الكاربامات .
 - ٦ — مجموعة الأيرثرينات ومماثلاته المخلقة (البيرثرويدات) .
 - ٧ — مجموعة الثيوسيانات العضوية ، مثل : الليثان .
- مع أن التجارب والدراسات الحديثة قد أوضحت أن هذه الحدود ، والمجموعات قد أصبحت كثر اتساعاً .

Poly or multi — resistance

٩ — المقاومة المتعددة

يجب التمييز بين المقاومة المشتركة والمقاومة المتعددة ، حيث تتم في الأولى مقاومة الحشرة لفعل المبيد (ب) عند تعرضها له كنتيجة لانتخاب السلالة قبل ذلك بفعل المبيد (أ) . أما المقاومة المتعددة فتحدث حينما تنتخب السلالة بالتتابع أو بالتلازم مع مبيدين ، أو أكثر من مجموعات مختلفة . ويؤدي ذلك إلى أن تصبح السلالة مقاومة لأكثر من نوع من المبيدات .

Negative Correlated Pesticides

١٠ — الارتباط السلبى للمبيدات

تمثل المقاومة المشتركة حالة ارتباط إيجابى لمجموعة من المبيدات ، وذلك بمعنى أن المقاومة لمبيد معين تحفز ظهور مقاومة مشتركة لمبيد آخر . وعلى العكس من ذلك .. فهناك ظاهرة يطلق عليها الارتباط السلبى للمبيدات ، والتي تعنى أن اكتساب الحشرة لظاهرة المقاومة لفعل مبيد ما يصحبه انخفاض المقاومة ضد مركب آخر ، أى زيادة الحساسية الناتجة عن اكتساب المقاومة (R.I.F.S.) Resistance - induced enhanced susceptibility ، حيث إن مقاومة الذباب المنزلى لمركب Dicaaphthan تؤدي إلى انخفاض مستوى مقاومتها لمركب Ronnel ، والعكس صحيح . كما أن السلالة المقاومة لمركب الفيناثيل ثيووريا في حشرة الدروسوفيلا قد أظهرت حساسية تجاه مركب الـ د.د.ت ، بينما كانت السلالة الحساسة له مقاومة لفعل الـ د.د.ت .

Reversion of resistance

١١ — ظاهرة انعكاس المقاومة

تعنى ظاهرة إنعكاس المقاومة الرجوع إلى الحالة الحساسة أو الاقتراب منها . وتوجد عادة جينات

مقاومة للحشرة للمبيد بمعدل تكرارى منخفض فى العشيرة قبل استعمال المبيد ، ويعزى ذلك إلى التأثير الثانوى الضار لهذه الجينات على الأفراد التى تحملها . وعندما تتعرض هذه الأفراد للمبيد تتمكن من تحمل تركيزات مرتفعة منه ، بينما تقتل الأفراد الحساسة ، وتزداد بذلك نسبة جين المقاومة فى العشيرة . وعند إيقاف إستعمال المبيد لفترة من الوقت تنعكس المقاومة ، وتصبح السلالة حساسة ، وذلك لأن الأفراد المقاومة للمبيد لا تتمتع بأية ميزة عن الأفراد الحساسة بعيدا عن التعرض للمبيد . بل على العكس نجد أن لجين المقاومة تأثيرا ثانويا ضارا فقد يسبب انخفاض القدرة التناسلية للحشرة سواء فى صورة نقص للكفاءة التناسلية ، أو نقص فى حيوية وخصوبة البيض الموضوع . وقد تبقى السلالة مقاومة لفترة بعد إيقاف استعمال المبيد ، وذلك عندما يكون جين المقاومة مرتبطاً بجينات أخرى مفيدة للحشرة . وقد يحدث الانعكاس نتيجة اختلاط أفراد السلالة المقاومة فى الحقل بعد إبعاد المبيد بأفراد حساسة من سلالات أخرى فى المناطق المجاورة غير المعاملة بالمبيد ، وذلك نتيجة لهجرة الحشرات من منطقة لأخرى باستمرار ، وخاصة إذا استبدل المبيد المستعمل بأخر يقتل نسبة كبيرة من الأفراد المقاومة للمبيد الأول .

وقد أظهرت الدراسات بطء انعكاس مقاومة الذباب المنزلى للمبيدات الكلورونية العضوية ، بالمقارنة بسرعة انعكاس مقاومته للمبيدات الفوسفورية العضوية . وبذلك يمكن القول بأن انعكاس المقاومة قد يكون بطيئاً أو سريعاً تبعاً لنوع الحشرة ، والمبيد المستعمل ، ودرجة المقاومة التى وصلت إليها السلالة قبل إيقاف استعمال المبيد ، والتركيب الجينى للأفراد . وقد تنعكس المقاومة لمبيد ما أثناء تعرض السلالة لمبيد آخر ، ويحدث ذلك إذا اختلف الجين المتحكم فى وراثة المقاومة لكل من هذين المبيدين . وإذا لم يكن هناك ارتباط بين هذه الجينات ، أو عدم وجود مقاومة مشتركة بين هذين المبيدين ، مثل : انخفاض مقاومة سلالة الذباب *Chrysomelid pectoris* للديازينون بعد استبداله بالملاثيون الذى أظهرت الحشرات فيما بعد مقاومة لفعله ، أو اختفاء مقاومة بعوضتى الجامبيا والأنوفيليس للدالثرين بعد استبداله بال د.د.ت .

ويمكن التوصل لسلالة مقاومة يتميز جميع أفرادها بالتمائل بالنسبة إلى جين المقاومة ، وذلك عند إزالة جميع الأفراد الحساسة ، والأفراد ذات التركيب الوراثى المختلط بالنسبة لجين المقاومة ، أو عند تعريض الأفراد للمبيد قبل التزاوج . ولابدأن يتمتع الفرد المقاوم أيضاً بالنشاط والخصوبة . ويحتمل الحصول على مثل هذه السلالة فى العمل لإمكانية التحكم فى هذه الظروف . ولا يحدث انعكاس لمقاومة مثل هذه السلالة المتماثلة إلا إذا حدثت طفرة عكسية تعيد ظهور الجين العادى الناتج من الانتخاب الطبيعى ، إلا أنه لم تظهر مثل هذه الطفرة فى السلالات المقاومة بعد . وإذا تم توريث المقاومة عن طريق عدة جينات ، فإنه يصعب التوصل إلى حالة التماثل بالنسبة لجميع هذه الجينات . وذلك إما بسبب أن درجة المقاومة المرتفعة قد تنتج من وجود عدة تركيبات وراثية من هذه الجينات ، أو لأن التماثل التام للجينات الكثيرة قد يكون ضاراً بالفرد ، مما يجعل الحصول على سلالة مقاومة بها عدد محدد متماثل من جينات المقاومة أمراً بعيد الاحتمال .

وهناك بعض الأمثلة على سلالات ظلت مقاومة لمبيد ما حتى بعد تربيتها بعيداً عن المبيدات ، حيث ارتفعت مقاومة الذباب المنزلي في باليرمو بإيطاليا لمبيد الكلوردان ، والد.د.د.ت. بالانتخاب في المعمل ، واستمرت هذه السلالة في مقاومتها للد.د.د.ت. لمدة ٤٣-جلاً ، وذلك بعد إيقاف معاملتها بالمبيد في المعمل . ولا يعني حدوث انعكاس المقاومة اختفاء جين المقاومة ، حيث يوجد في بعض الأفراد ولكن بنسبة ضئيلة . وقد تكون هذه النسبة أكثر ارتفاعاً من النسبة التي كان عليها جين المقاومة قبل تعرض أفراد السلالة لهذا المبيد . وقد أظهرت الدراسات أن تعرض الحشرات مرة أخرى للمبيد ، بعد انعكاس المقاومة ونحوها لسلالة حساسة ، يعمل على ظهور المقاومة بمستوى أسرع من تعرضها للمبيد لأول مرة ، أى تكون السلالة بعد انعكاس المقاومة أكثر استعداداً لتصبح مقاومة عن السلالة الحساسة أصلاً . وذلك لأن التركيب الجيني للأفراد يكون أكثر استعداداً لقبول جين المقاومة .

Development of resistance

١٢ - نمو وتطور المقاومة

وهي تعني دراسة مستوى المقاومة في الأجيال المتعاقبة بعد تعرضها لتركيزات معينة من المبيد . ويمكن لسلالة معينة اكتساب المقاومة لمبيد ما ، وذلك بتعرض مجموعة معينة من الحشرات لهذا المبيد في الأجيال المتعاقبة . وقد وجد أنه تحدث — في خلال الأجيال الأولى من بدء التعرض — زيادة طفيفة في قيمة الجرعة المميتة النصفية LD_{50} . وباستمرار التعرض تحدث زيادة مفاجئة في هذه الجرعة . وتتوقف سرعة اكتساب المقاومة على مدى الضغط الذى تعرض له الحشرات ، حيث تزداد سرعة اكتساب المقاومة إذا استعملت جرعات مرتفعة من المبيد ، فإذا كان الضغط عند مستوى LD_{50} اكتسبت المقاومة بسرعة . وعند استعمال نصف هذه الجرعة تنخفض سرعة اكتساب المقاومة بدرجة كبيرة ، ولا يعنى ذلك أنه ينصح دائماً باستعمال أقصى ضغط ممكن للإسراع في اكتساب المقاومة فربما يأتى ذلك بنتائج عكسية . ويجب دائماً أن يكون عدد الأفراد الحية المكون للجيل التالى كبيراً ، وذلك حتى تكون فرصة وجود عدد كبير من الجينات ، عالية فتزداد بالتالى احتمالات وجود الجينات المسؤولة عن خاصية المقاومة في هذه الأحياء

رابعا : وراثية مقاومة الحشرات لفعل المبيدات

١ - التقسيم الوراثى لظاهرة المقاومة

أوضح Crow عام ١٩٥٨ تفسيرين مختلفين تماماً لتوضيح دور المبيدات في إظهار احتراث لظاهرة المقاومة لفعل هذه السموم ، ويمكن الإشارة إلى هذه التفسيرات بإيجاز فيما يلى :

Post adaptation

(أ) التأقلم الطفرى

وهي حالة ظهور سلالة مقاومة لمبيد معين كنتيجة مباشرة لاستعمال المبيد نفسه ، وذلك بتأثيره

على الحشرات ، وتكوين طفرات بها . ولا يوجد حتى الآن تفسير مقبول كاف لفعل المبيدات المباشر على إظهار الكفاءة الوراثية للمقاومة .

Preadaptation

(ب) التأقلم الطبيعي

وهي حالة ظهور السلالات المقاومة للمبيد بعد تعرض العشيرة Population لهذا المبيد بتركيزات قاتلة ينتج عنها استبعاد الأفراد الحساسة ، وانتخاب الأفراد المقاومة له ، والتي تحمل الجين ، أو الجينات الخاصة بالمقاومة . وتكون هذه الجينات موجودة أصلاً قبل استعمال المبيد ، أى أن التراكيب الوراثية المسؤولة عن المقاومة موجودة فعلاً في العشيرة ، ويعمل المبيد كمؤثر انتخائي يرفع ازدياد تكرار التركيب الوراثي المسؤول عن المقاومة لهذا المبيد .

وبالنسبة لمقاومة الحشرات والقراد والحلم للمبيدات .. فإنه من المعتقد من نتائج الأبحاث التي أجريت حتى الآن أنها حالات تأقلم طبيعي ، وتدعم الدلائل الآتية هذا الرأي :

١ — عدم استحداث مقاومة متوارثة باستخدام جرعات غير قاتلة من مبيد ما ، وذلك لأن الجرعات القاتلة لا تقضي على أية أفراد من العشيرة ؛ مما يؤدي إلى انتقال جميع التراكيب الوراثية الموجودة في العشيرة من جيل لآخر دون تغير ، بينما تقضي الجرعات القاتلة على معظم الأفراد الحساسة للمبيد ، مما ينتج عنه انتقال التراكيب الوراثية المقاومة للمبيد إلى الجيل الثاني .

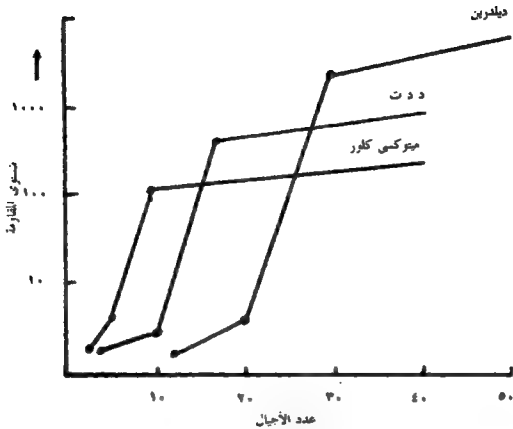
٢ — عدم إمكان انتخاب في سلالة نقية متماثلة Homogenous ، وذلك لاستحداث مقاومة متوارثة لمبيد معين ، وذلك لأن السلالة النقية تحتوي على تركيب وراثي متماثل . لذا .. فهي تفتقر إلى التباين الوراثي ، أو عدم التجانس Heterogeneity اللازم توافره في إجراء الانتخاب بفرض تحسين صفة معينة .

Selection

٢ — الانتخاب

الانتخاب هو العملية المباشرة المسببة لظهور السلالات المقاومة ، فالمبيد يعمل على قتل الأفراد الحساسة ، بينما تنجو الأفراد المقاومة . وباستمرار تعرض الأجيال للمبيد يستمر الانتخاب ، وتكون سلالة مقاومة ، وتزداد درجة مقاومتها باستمرار تعرضها لتركيزات قاتلة من المبيد .

إذا مثلت قيم LD₅₀ للأجيال المتتالية مع استمرار الانتخاب برسم بياني ، ينتج منحني على شكل حرف (S) كما في شكل (٢ - ٤) ، الناتج من انتخاب مستمر لسلالات الذباب المنزلي المقاوم لمجموعة من المبيدات المختلفة . ففي الأجيال الأولى من الانتخاب تكون الزيادة في قيمة ال LD₅₀ بطيئة ، وتصبح الزيادة بعد ذلك سريعة ، وتظهر سلالة شديدة المقاومة . وباستمرار الانتخاب بعد ذلك تكون الزيادة بطيئة جداً ، أو تثبت درجة المقاومة .



شكل (٢ - ٤) : التعر في مستوى المقاومة مقدرة على أساس 1050 مع زيادة عدد الأجيال المعرضة للانتخاب

ويعتقد ميلاني أن الفترة الأولى من الانتخاب تمثل فترة التحضير التي تتجمع فيها الجينات المحورة Modifiers ، وتستبعد فيها الجينات غير الملائمة ، ويستعد التركيب الجيني للفرد لتقبل جين المقاومة . وفي أثناء الانتخاب للمقاومة قد تنتخب عوامل ، أو صفات مفيدة للأفراد ، مثل : زيادة حجم الفرد ، أو تغيير في تركيب وسمك الكيوتيكل ، وكمية ونوع الدهن ، وغيرها من العوامل المؤثرة على درجة مقاومة الأفراد للمبيد . وقد يحدث أن يتوقف الارتفاع المستمر في درجة المقاومة بالرغم من استمرار الانتخاب بالمبيد ، فتكون هضبة Plateau كما في شكل (٢ - ٤) ، وذلك للوصول لسلالة أفرادها مقاومة ، وتكون فيها جينات المقاومة في صورة متماثلة Homozygous . وهناك أمثلة لهذه الحالة تحت ظروف المعمل ، ولكن يتم توقف الانتخاب بالمبيد في الطبيعة واستبداله بمبيد آخر في الغالب . وينتج مثل هذا التأثير أيضاً إذا كان جين المقاومة ذا تأثير قاتل ، أو ضار في الصورة المتماثلة ، إذ تستبعد الأفراد التي تحمل في هذه الصورة ، وتبقى الأفراد المقاومة التي تحمل في صورة مختلفة Heterozygous .

٣ - العوامل المؤثرة على سرعة تكوين السلالة المقاومة للمبيد

تختلف سرعة تكوين السلالة المقاومة لمبيد باختلاف نوع المبيد المستعمل في عملية الضغط الانتخابي ، ونوع الحشرة المعرضة للمبيد . ويرجع ذلك إلى مجموعة من العوامل الوراثية ، هي :

(أ) القدرة النسبية على الصالح لكل من السلالة المقاومة والحساسة

من المتوقع أن يكون لجين المقاومة تأثير ضار على الحشرة في عدم تعرضها للمبيد ، ولذلك تظل نسبته ضئيلة في الحشرة حتى يستعمل المبيد ، فيزداد تكراره لأنه في هذه الحالة يضيف للحشرة صفة مميزة وهى مقاومتها للمبيد . ولقد لوحظ انعكاس المقاومة . في عدم وجود المبيد في العديد من التجارب . وهناك من الأمثلة الدالة على انخفاض مستوى خصوبة *Fertility* الأفراد المقاومة . ولم يظهر أى فرق واضح في حالات أخرى بين السلالة الحساسة والسلالة المقاومة ، فلم تظهر فروق ثابتة بين سلالات الذباب المنزلى الحساس ، ومعظم السلالات المقاومة في إنتاج البيض ، أو نسبة الفقس ، أو طول فترة الطور البرق ، أو العذرى ، أو أوزان العذارى ، أو طول فترة حياة الحشرة الكاملة .

(ب) عدد جينات المقاومة ودرجة السيادة

كلما زاد عدد جينات المقاومة ، انخفضت سرعة تكوين المقاومة ، وذلك لطول فترة تجمع هذه الجينات . فوجود جين المقاومة لمبيد ما في العشيرة قبل تعرضها للمبيد لا يعنى ضرورة وجود الفرد المقاوم ، وذلك لأن جين المقاومة قد يوجد في صور غير متألثة . فإذا كان جين المقاومة متنحيًا *Recessive* ، كان الفرد الذى يحمل هذا الجين في الصورة غير المتألثة فرداً حساساً . وباستعمال المبيد .. يقتل مثل هذا الفرد مع باقى الأفراد التى لا تحمل جين المقاومة . أما إذا كان الجين ذا سيادة غير تامة *Partial dominance* ، فسوف تنمو نسبة من الأفراد التى تحمل جين المقاومة في صورة غير متألثة . وتتوقف هذه النسبة على تركيز المبيد المستعمل ، ودرجة السيادة . أما إذا كان الجين ذا سيادة تامة *Complete dominance* ، فإن الفرد الذى يحمله في صورة غير متألثة يكون مقاوماً . ويصعب الوصول في هذه الحالة إلى سلالة تتميز أفرادها بالمتألثة التام من حيث جين المقاومة ، وذلك لأن للأفراد غير المتألثة نفس درجة المقاومة للمبيد ، والتى للأفراد المقاومة المتألثة *Homozygous* بالنسبة لجين المقاومة . لذا .. تنجو جميع الأفراد غير المتألثة عند استعمال المبيد ، وكذلك الأفراد المتألثة في جين المقاومة ، فيستمر جين الحساسية في الوجود . وعموماً .. كلما زادت درجات سيادة جين المقاومة ، كان الوصول إلى المقاومة أسرع ، وذلك بالضغط الانتخابى للمبيد .

(ج) تكرار جين المقاومة قبل تعرض العشيرة

كلما زاد تكرار جين المقاومة *Frequency* ، وزادت نسبة الأفراد التى تحملها في العشيرة قبل تعرضها للمبيد ، كان نجاح الانتخاب أكبر في الوصول إلى سلالة مقاومة بسرعة . وقد أظهرت الدراسات أن نسبة أفراد بعوض الجامبيا التى تحمل جين المقاومة لمبيد الدايالدرين تبلغ حوالى ٦ ٪ ، وذلك في منطقة لم تعامل بالمبيد في نيجيريا . بينما بلغت نسبة الأفراد المقاومة المتألثة العوامل في المنطقة المعاملة بحوالى ٩٠ ٪ . وقد أوضحت الدراسات أن جين المقاومة للداليالدرين منتشر نسبياً في سلالات البعوض التى لم يسبق تعرضها للمبيد . وقد يفسر ذلك سرعة تكوين السلالات المقاومة بعد تعرض البعوض للداليالدرين .

(د) حجم العشيرة

كلما زاد حجم العشيرة التي تتعرض للانتخاب باستعمال مبيد معين ، زاد احتمال وسرعة تكوين سلالة مقاومة لهذا المبيد ، وذلك نظراً لزيادة احتمال وجود جين ، أو جينات المقاومة في الأعداد الكبيرة ، وزيادة عدد الأفراد التي تحمله . وبذلك فإن عدد الأفراد في العشيرة التي تتعرض للانتخاب يؤثر على نجاح الانتخاب في تكوين سلالة مقاومة لمبيد معين . وفي حالة صغر حجم العشيرة ينخفض مدى التباين الوراثي ، ويكون تأثير الانتخاب أقل . كما يؤدي انخفاض تعداد العشيرة إلى فشل تكوين سلالة مقاومة منها داخل المعمل ، وذلك لغياب أو احتمال فقد الجين الخاص بالمقاومة أثناء الضغط الانتخابي .

(هـ) شدة الضغط الانتخابي

تعتمد سرعة تكوين سلالة مقاومة لمبيد ما على شدة الانتخاب . وعموماً .. يمكن القول بأنه كلما زاد شدة الانتخاب ، زادت نسبة الأفراد التي تقتل في كل جيل ، ويؤدي ذلك إلى سرعة ظهور السلالة المقاومة ، ويحدث هذا بمقدار معين . فإذا زادت شدة الانتخاب عن هذا الحد ، فقد تفشل عملية الانتخاب إما لفقدان جين المقاومة نتيجة انخفاض عدد الأفراد التي تنجو عقب استعمال المبيد وفقدان كثير من التباين الوراثي ، أو للانخفاض الشديد في خصوبة الأفراد التي تحمل الجين . وقد لاحظ King عام ١٩٥٤ سرعة انتخاب سلالة من ذبابة الدروسوفيلا بال د.د.ت . مع استعمال جرعة منخفضة LD₅₀ مقارنة بنفس المبيد مع استعمال جرعة عالية LD₉₅ . وهذا لا يعني أن الانتخاب الشديد لا تنتج عنه سلالة مقاومة ، فهناك حالات فيها الانتخاب عند مستوى مرتفع جداً LD₉₈ ، ونجحت في تكوين سلالة مقاومة .

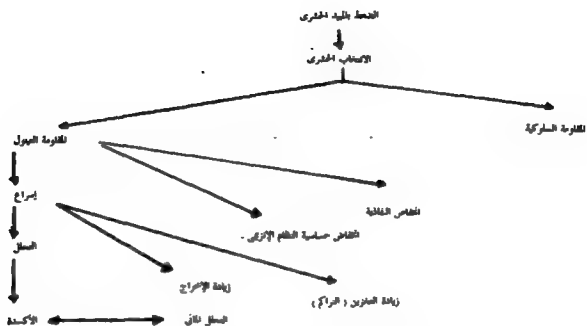
(و) الطور المعرض للانتخاب

تختلف سرعة تكوين السلالة للمقاومة لمبيد ما بواسطة الانتخاب باختلاف طور الحشرة المعرض للمبيد . فقد وجد أن ال د.د.ت يتمتع بقدرة أكبر على انتخاب السلالة المقاومة ، وذلك إذا وجد في غذاء اليرقات مقلوناً بوجوده مترسباً على الأسطح التي يقف عليها الطور الكامل من الذباب المنزل . وقد يتسبب الضغط اليرقي في إنتاج طور كامل مقاوم ، ويرقات مقاومة أيضاً . إلا أن مقاومة الحشرة الكاملة تكون أكبر عندما يتم الانتخاب عليها وحدها بالمقارنة بإجراء الانتخاب على الطور اليرقي ، أو الطور اليرقي والحشرة الكاملة معاً . كذلك أدى الضغط اليرقي لعرض الأيديس إلى تكوين درجة مقاومة في اليرقات لل د.د.ت أكبر مما حدث من ضغط طور الحشرة الكاملة .

خامساً : العوامل البيوكيميائية المسببة للمقاومة

Biochemical factors of insect resistance

يمكن توضيح أسباب مقاومة الحشرات لفعل المبيدات في الشكل التخطيطي (٢-٥) .



شكل (٢ - ٥) : أسباب مقاومة الحشرات لفعل المبيدات .

تتحكم العوامل الوراثية في المقاومة الفسيولوجية . وبصفة عامة .. فإن نفس نفاذية المبيد خلال الكيونيكل ، أو تراكم السم في الأعضاء ، مع انخفاض مستوى التمثيل قد لا يعتبر عاملاً أو سبباً رئيسياً في مقاومة الحشرات لفعل المبيدات ، خاصة الفوسفورية العضوية . وقد أثبت العالم Sawicki أن عامل تأخر حدوث النفاذية Penetration-delaying factor يعطى ، منفرداً ، مقاومة ضعيفة للذباب المنزلى عند تعرضه للديازينون ، وعند خلطه مع عامل فقد الإيثيل Desethylating Factor .

تزداد المقاومة لفعل العديد من المركبات الفوسفورية العضوية ، بالمقارنة بفعل العامل الخاص لفقد الإيثيل منفرداً ، مما يوضح التداخل الكامل بين العاملين في اتجاه رفع مستوى المقاومة . ومن المحتمل أن يعطى عامل تأخر حدوث النفاذية من دخول مركبات الثيونات بمعدل أكبر من دخول مركبات الأوكسونات القابلة . وترجع زيادة إفراز المبيد لزيادة مستوى التمثيل ، وقد لا تكون سبباً للمقاومة .

قد ترجع تقنيات المقاومة Mechanism of resistance إلى أسباب بيوكيميائية . فمن المعروف أن المبيد يقتل الآفة نتيجة تداخله مع النظام الحيوى الحساس Sensitive mechanism (SM) اللازم لحياة الآفة . وعموماً .. قد يكون النظام الحساس للمبيد بسيطاً نسبياً ، وقد يكون غاية في التعقيد . ويؤثر المبيد الكيميائى على النظام الحساس في اتجاهين ، هما :

١ — إضافة نظام واق (Protective mechanism (PM) يعمل على منع التداخل بين المبيد ، والجهاز الحساس إلى حد ما .

٢ — تغيير أو إحلال النظام الحساس ببعض نظم أخرى غير حساسة لا تتأثر بالمبيد insensitive mechanism (IM) .

وعموماً .. يمكن استعراض الأسباب البيوكيميائية للمقاومة فيما يلي :

Behaviour patterns

١ — نظم السلوك

يعتبر النظام الواق نظاماً سلوكياً تستحدثه الحشرة لحماية نفسها من ملامسة المبيد . ففى سلالات الحشرة القشرية الحمراء المقاومة لغاز حمض الأيدروسيانيك ، تطول فترة إغلاق الثغور التنفسية (٣٠ دقيقة بالمقارنة بدقيقة واحدة فى السلالة الحساسة) ، ويعتقد أن إطالة فترة إغلاق الثغور التنفسية نظام يمكن الحشرة من مقاومة فعل الغاز . وبالرغم من فشل الدراسات المتقدمة فى تأكيد هذا الدور ، إلا أنها أوضحت أن جهاز قفل الثغور قد لا يكون العامل الهام فى المقاومة ، وقد تكون سرعة التخدير الوقائى Protective stupefaction فى سلالات الحشرة المقاومة للغاز هى إحدى نظم السلوك ، ولكن ذلك لم يتضح بشكل قاطع حتى الآن . وهناك العديد من الاقتراحات التى لم تحظ بتأييد كاف تشير إلى أن الحشرات المقاومة تكون أكثر تجنباً للمبيد ، أو قد يحدث لها تخدير بفعل المبيد ، أو تمتنع عن هضم ، أو ملامسة المبيد . وعموماً .. يمكن اعتبار هذا العامل صورة من المقاومة السلوكية دون أن ينلج تحت المقاومة الفسيولوجية (الوراثة) الكاملة .

٢ — انخفاض مستوى نفاذ المبيد داخل الحشرة

Reduced penetration (Impermeability)

يعتبر التغير فى سمك ، أو نفاذية الجليد بما يقلل من دخول المبيد داخل جسم الحشرة الاحتمال الثانى للنظام الوقائى . فعندما تلامس الحشرة مبيد ما يكون مستوى نفاذ المبيد إلى داخل الجسم بطيئاً ، وتكون فرصة الحشرة فى التخلص من المبيد أكبر ما يمكن سواء بإفرازه خارج الجسم ، أو بتمثيله إلى مركبات غير سامة ، ويصبح تركيز المبيد الذى يصل للهدف غير كاف لإبطال فعل ، أو دور النظام الحساس ، فيقتل فى قتل الحشرة . ومن المعروف أن التصلب السميك ، والغليظ لجليد الحشرة يعتبر أحد أسباب مقاومة الحشرة لفعل المبيد عن ملامستها له ، إذ لوحظ أن هناك ارتباطاً إيجابياً بين مقاومة الحشرة للبيرثينات ، وزيادة سمك الجليد . كما أنه من المعروف أن المقاومة الطبيعية العالية للنطاطات ضد الـ د.د.ت تكون نتيجة فشل المركب فى النفاذية السريعة خلال الجليد ، أو القناة المضمية بينا يكون الـ د.د.ت ساماً جداً لهذه الحشرات عند معاملته حقناً فى الدم . كذلك ترجع المقاومة العالية لورقات خنافس الحبوب *Trogoderma granarium* إلى فشل الـ د.د.ت فى اختراق الجليد ، وقد يعزى ذلك إلى أن طبقة الشمع لا تنجذب هذا المركب . ولم تتأكد بعد النظرية التى تقصر مقاومة الذهب المتزلى للـ د.د.ت خلال جليد كل من السلالة

سومه ، وإسلافه الحساسية للذباب المنزلى . وعند معاملة جرعات عالية من الـ د.د.د.ت ضد سلاسل ذباب المنزل ذات المقاومة العالية ، فقد يصبح معدل النفاذية العامل المحدد ، حيث تظل كميات كبيرة من المبيد خارج الجلد دون امتصاص . وتشير نظرية أخرى إلى أن قد ترجع مقاومة الـ د.د.د.ت جزئياً إلى انخفاض نفاذية ، وتوزيع الـ د.د.د.ت ، وقد أعيد تأكيد هذه النظرية في الدراسات الحديثة

٣ - انخفاض حساسية النظام الإنزيمى

Decreased sensitivity of the enzyme system

عند اختلاف السلالة المقاومة عن الحساسية في درجة تأثير الجهاز الحساس بالمبيد ، بحيث تكون لسلالة المقاومة أقل حساسية ، أو تأثراً بالمبيد ، فإن ذلك يعنى أنه إذا وجد تركيز قاتل داخل جسم السلالتين ، فإن السلالة ذات الجهاز الأقل حساسية سوف تتمكن من تحمل هذا التركيز ، بينما لا تتحمل السلالة الحساسة لشدة حساسية النظام الإنزيمى بها ، مما يؤدي إلى موت هذه السلالة

ومما يؤكد أهمية انخفاض حساسية النظام الإنزيمى (الجهاز الحساس) ، أن الذباب المنزل المقاوم لـ د.د.د.ت يحوى في الغالب على كمية من المبيد داخل جسمه ، دون أن تظهر عليه أعراض التسمم ، بينما نجد أن نفس التركيز من المبيد يؤدي إلى موت الذباب الحساس . وفي تجارب على العنكبوت الأحمر *Tetranychus aritice* .. لوحظ وجود تغير في صفات المادة الخاضعة للإنزيم بالسلالة المقاومة من نوع *Lever kusen* . كما وجد في سلالتين مقاومتين من نوع *Newzealand* أن جين المقاومة يحدد تركيب ، أو جزء من تركيب إنزيم الكولين إستريرز ، وأن الإنزيم المتحور أو المستبدل يؤدي إلى نقص في حساسية العنكبوت الأحمر تعطى الحيوان الوقت الكافى لتكسير المبيد .

وعموماً .. يمكن القول بأن انخفاض حساسية النظام الحيوى الحساس يحدد نوعاً من النظم الواقية للحشرة . ومع ذلك تشير بعض الدراسات إلى ندرة حدوث طفرات تحول النظم الحيوى الحساس إلى نظام غير حساس ، حيث إن حساسية إنزيم الكولين إستريرز في الذباب المنزل المقاوم للمركبات الفوسفورية تعادل حساسيته في الذباب المنزل الحساس .

٤ - زيادة تركيز المادة الأساسية للجهاز الحساس

Highers M concentration

يتطلب وجود تركيزات مرتفعة من المادة الأساسية للنظم الحيوى الحساس استخدام كميات أكبر من المبيد ، حتى يظهر التأثير القاتل . ويقصد بالنظم الحيوى الحساس تلك الأجهزة ، أو النظم الحيوية التي يؤدي تأثيرها بالمبيد إلى ظهور أعراض التسمم على الحشرة . وقد تحدث تغيرات نوعية في هذه الأجهزة تؤدي إلى حاجة الحشرة لكميات أكبر من المبيد ، حتى يظهر فعله السام . ومن أمثلة على ذلك .. ارتفاع مستوى إنزيم السيتوكروم أوكسيديز *Cytochrome oxidase* في سلالة ذباب المنزل المقاوم لـ د.د.د.ت بمقدار مرة ونصف أعلى من السلالة الحساسة ، وارتفاع مستوى إنزيم الكولين إستريرز في بعض السلالات المقاومة للمبيدات الفوسفورية العضوية (العنكبوت

الأحمر) بالمقارنة بالسلالات الحساسة. ومن جهة أخرى لم تلاحظ أية فروق في كمية أو نوع إنزيم الكولين إستريريز بين السلالات الحساسة، والمقاومة للمبيدات الفوسفورية العضوية من الذباب المنزلي، أو بعوض الكيلوكس.

٥ - وجود مستويات عالية من النظم الحساسة الثانوية

Higher levels of secondary biocemical mechanisms

ويعنى ذلك زيادة كمية بعض النظم الحيوية التي لا تتأثر مباشرة بالمبيدات. فالتأثير الأول لمركب الـ د.د.ت على الجهاز العصبي غير معروف على وجه الدقة، بينما يتلخص التأثير الثانوي في زيادة إثارة الحشرة Hyper excitation؛ مما يؤدي لحدوث انقباضات عضلية عنيفة Muscular Convulsions، فتستهلك الحشرة المعاملة بالمبيد كميات كبيرة من الأكسجين. ومن ثم نجد أن الزيادة في نشاط إنزيم السيتوكروم أوكسيديز Cytochrome Oxidase، في سلالة الذباب المنزلي المقاوم لد.د.ت، قد تحمي الحشرة من التأثير القاتل للمبيد، وذلك لارتباط زيادة تركيز هذا الإنزيم برفع كفاءة الحشرة في استخلاص الأكسجين. ويوضح هذا المثال أن ارتفاع مستوى نشاط النظم الحيوية الثانوي قد يعمل على رفع قدرة الحشرة في التغلب على التأثير الأول للمبيد على الجهاز العصبي.

٦ - قيام نظم حيوية غير حساسة بوظيفة نظم حيوية حساسة

«By- Passing» of on SM by anIM

إذا كان هناك جهازان حيويان أحدهما حساس، والآخر غير حساس، ويقوم كلاهما بنفس العمل داخل جسم الحشرة، فعند إجراء العمليات الحيوية خلال النظام غير الحساس بمستوى أعلى من النظام الحساس تصبح الحشرة مقاومة لفضل المادة السامة.

وغير مثال على ذلك وجود ثلاثة نظم أساسية رئيسية مسؤولة عن استخلاص الأكسجين أثناء عملية التنفس؛ وهي إنزيمات السيتوكروم التي تحتوي على الحديد، وإنزيمات الأوكسيديز التي تحتوي على النحاس، وإنزيمات الأوكسيديز التي تحتوي على الفلافوبروتين. وتمنع بعض السموم مثل: غاز سيانور الأيدروجين HCN، وثاني كبريتور الكبريت عمل الإنزيمات التي تحتوي على معادن الحديد والنحاس، ولكنها لا تثبط فعل الإنزيم المحتوي على الفلافوبروتين. وقد لوحظ أن: طور العذراء في حشرة Flitaxenic cecropia يقاوم بشدة فعل غاز السيانيد لانخفاض مستوى الإنزيمات المحتوية على المعادن في هذا الطور، مع قيام إنزيم الفلافوبروتين أوكسيديز بالدور الرئيسي في عملية التنفس. أما بقية أطوار الحشرة فهي حساسة لغاز HCN نظراً لأنها تعتمد على إنزيمات التنفس المحتوية على معادن.

٧ — زيادة مستوى تخزين المبيد (المراكم) Increased storage (accumulation)

كلما زادت قدرة الحشرة على تخزين كمية من المبيد ، أو أحد نواتج تمثيله السامة في أنسجة غير حساسة ، انخفضت الكمية الواصلة من المبيد للجهاز الحساس ، وتمكنت الحشرة بالتالي من تحمل تركيز أعلى من الحشرة التي لا يمكنها تخزين المبيد ، أو أحد نواتج تمثيله . وتزيد كمية المبيد داخل الجسم — في بعض الحالات — إلى مستوى لا يمكن تخزينه ، وبذلك تصل الزيادة إلى الجهاز الحساس ، وتؤدي إلى موت الحشرة إذا كانت كافية . ويحدث التخزين غالباً في الأجسام الدهنية للحشرة ، لذا تؤدي زيادة درجة ذوبان المبيد في الدهون إلى زيادة معدل التخزين من جهة ، وخفض كمية المبيد التي تصل للجهاز الحساس من جهة أخرى . وعلى هذا الأساس وضعت نظرية التوزيع Distribution theory ، أو نظرية الحاجز الدهني Lipid barrier theory ، والتي تفترض حدوث بعض التغيرات الكمية والتنوعية في الأنسجة الدهنية للحشرات المقاومة ، بما يؤدي إلى زيادة الكمية المخزنة من المبيد في هذه الأنسجة ، وبالتالي لاتصل إلى الأماكن الحساسة من جسم الحشرة .

ولقد تمكن وايزمان عام ١٩٥٧ من رفع درجة تحمل الذباب المنزلي لد.د.ت عن طريق الحقن بهزيت الزيتون ، مما زاد من قدرة الحشرة على التخزين . وعلى العكس .. تمكن الباحث من رفع مستوى حساسية الذباب للمبيد عند حقنه بإنزيم الليباز الذي يحلل الدهون ، فانخفضت كمية الـد.د.ت الذائب في الدهن ، والمخزن بها .

كما سبق .. يتضح أن تخزين المبيد ، أو أحد نواتج تمثيله السامة في أنسجة غير حساسة في جسم الحشرة يقلل من كمية المبيد التي تصل للجهاز الحساس ، ويصبح الجسم بذلك قادراً على هدم الكمية الباقية ، وتحولها إلى مركبات أقل سمية ، ثم طردها خارج الجسم . وعموماً .. لا يمكن اعتبار التخزين العامل الوحيد المسؤول عن مقاومة الحشرة لفعل المبيد ، ولكن هناك العديد من العوامل الحيوية الأخرى في هذا السبيل .

Increased excretion

٨ — سرعة إفراز المبيد خارج الجسم

تشير الدراسات إلى إمكانية نفاذ تركيز مبيد من المبيد ، ووصوله داخل جسم الحشرة . وعلى الجانب الآخر يتم إفراز معظمه خارج الجسم بسرعة ، فتكون كمية المبيد التي تصل إلى الجهاز الحساس غير كافية لإحداث القتل . وقد لوحظ أن الصرصور الأمريكي يطرد مبيد الديمتان Dimetan على صورته الأصلية دون أي تغير إلى خارج الجسم . وخير مثال على تمثيل المبيد ، وتحوله إلى مركبات أخرى معاملة يتم طردها خارج الجسم ، ما حدث بعد ٢٤ ساعة من المعاملة السطحية لسلالة الذباب المنزلي المقاوم لمبيد الديلان Dilan (خليط من البيولان والبيولان) بمركب البيولان ، حيث تم امتصاص نصف تركيز البيولان المستعمل ، ولم يتبق في جسم الحشرة سوى كمية ضئيلة من المركب ، بينما وجدت كميات كبيرة من مركبين سامين في برزخ الذباب ، أحدهما يشابه البيولان

في خواصه الكيميائية ويقاربه في سميته ليرقات البعوض ، والآخر يختلف عن البرولان كما أنه أقل سمية . وكان تواجد هذين المركبين بنسبة ٧٥٪ و ٩٤٪ من تركيز البرولان على التوالي . وعند تعريض يرقات بعوض الأيدينس *Aedes aegypti* لد.د.ت بتركيز جزء/ المليون ، وقامت الحشرة بمجابهة السم حيث أفرزت القناة الهضمية الغشاء حول الغذائى Peritrophic membrane ، وازداد في الطول ، حيث وصل إلى ٣ مم ، بينما يبلغ طول الغشاء في اليرقات العادية حوالى ٠,٥ مم . ويتم طرد الغشاء المحتوى على الد.د.ت إلى خارج الجسم . وتعتبر هذه الوسيلة هامة في التخلص من الحشرة من السم .

Detoxication mechanisms

٩ — نظم إبطال مفعول السم

بعد دخول المبيد جسم الحشرة ، فإنه يتعرض لمجموعة من التفاعلات الحيوية المختلفة ، يعمل معظمها على تحويل المبيد إلى مركب أقل سمية ، أو عديم السمية للحشرة (تحول هدمى) ، وقد نحوله إلى مركب يسهل على الحشرة طرده من الجسم . وفي حالات قليلة .. قد يتحول إلى مركب أكثر سمية (تحول تنشيطى) . وقد ثبت من الدراسات أن من أهم العوامل المسببة لمقاومة الحشرات لمعظم المبيدات ، تلك التفاعلات الإنزيمية التى تغير جزء المبيد بعد دخوله الجسم بسرعة ، وتحوّله إلى مواد غير سامة . وهى تعتبر من أهم نظم إبطال مفعول السم Detoxication mechanisms ، بحيث تكون النتيجة النهائية فشل المبيد في الوصول إلى الهدف بالتركيز القاتل . ومن المتوقع وجود هذه الأجهزة طبيعياً في الحشرات ، وذلك لحمايتها من المواد الكيميائية السامة .

وقد قيم Winteringham عام (١٩٦٢) نتائج بعض الدراسات التى أظهرت فروقاً واضحة في معدل إبطال مفعول السم بين الحشرات العادية والمقاومة ، حيث كان هذا المعدل أعلى في السلالات المقاومة عنه في الحساسية . وقد ذكر هذا الباحث أيضاً أن معدلات نشاط العمليات الحيوية كالتمثيل مثلاً تعتمد أساساً على الحالة الصحية للحشرة ، فعند معاملة حشرة مقاومة ، وأخرى عادية بمجمرعات متساوية من المبيد ، فمن المتوقع انخفاض معدل حدوث التمثيل داخل الحشرة العادية نتيجة لحساسيتها ، بينما لا يتأثر معدل تمثيل المبيد كثيراً في الحشرة المقاومة . وبناءً على ذلك .. يمكن استنتاج أن زيادة معدل إبطال مفعول السم في الحشرات المقاومة ، بالمقارنة ، بالعادية قد تكون نتيجة لظاهرة المقاومة وليس سبباً لها . وفيما يلى أهم الإنزيمات الهادمة للمبيدات :

DDT-detoxifying enzymes

(أ) الإنزيمات الهادمة لد.د.ت

لوحظ أن مقاومة الذباب المنزلى لد.د.ت يتحكم فيها ثلاثة جينات على الكروموسوم الثانى ، وجين مفرد على الكروموسوم الخامس ، ويتحكم الأخير في تكوين إنزيم DDT dehydrochlorinase ، الذى يعمل على إزالة جزيء كلوريد الألدروجين من الد.د.ت . ولا يوجد هذا الإنزيم في طور لبيضة ، أو الأعمار اليرقية الأولى ، وإنما يظهر بعد ذلك ، ويزداد في المستوى خلال طور اليرقة ، ويصل لأقصاه في طور العنقاء . ويستمر هذا الإنزيم في الثبات خلال السبعة أيام الأولى من طور

الحشرة الكاملة . ويتوزع هذا الإنزيم في أنسجة الحشرة الكاملة ، كما يتركز أساساً في الأجسام الدهنية ، والجهاز العصبي المركزي ، والجلد ، والهيموليف ، والعضلات على الترتيب . ويكون الإنزيم النقي عبارة عن جلوبولين ، وزنه الجزيئي أقل من ٨٠٠٠٠ . ويحتاج الإنزيم إلى مادة الجلوتاثيون Glutathione كمعامل مساعد في تحويل الـ D.D.T إلى DDE . كما وجد أن الأيونات المعدنية التي تربط مجموعة (SH) ، أو المركبات التي تربط المعادن لا تثبط نشاط الإنزيم . وتبلغ درجة الحموضة الملائمة لنشاط الإنزيم ٧,٤ . ومن الجدير بالذكر أن نشاط الإنزيم على ممثل DDD يبلغ ٤ أمثال نشاطه على الـ D.D.T .

بينما ترجع الطريقة الثانية لفقد سمية الـ D.D.T في الحشرات إلى حدوث عملية هيدروكسلة للكربون في الوضع ألفا ، وتتكون عنها مركبات الكلثين وهو مييد أكاروسى فعال . وقد لوحظ حدوث هذا النظام من التفاعلات التي تؤدي إلى فقد السمية في معظم الحشرات ، مثل : الصرصور الأمريكى ، والألمانى ، وذبابه الدروسوفيلا . ويتبع الإنزيم المسئول عن عملية الهيدروكسلة مجموعة الأوكسيداز التي تحتاج إلى وسيط $NADPH_2$ وجزء أكسجين ، والمغنسيوم Mg^{++} ، والنيكوتين أميد Nicotinamide . ويتركز هذا الإنزيم في المستخلصات الميكروسومية .

(ب) الإنزيمات الحادة للمبيدات الفوسفورية O.P.detoxifying enzymes

تتحكم النظم الوراثية في تقوية وتشيط إنزيمات التحلل المائى ، وهى ما يطلق عليها بالمقاومة الفسيولوجية . وهى من أهم النظم الميكانيكية التى تسبب مقاومة الحشرات لفعل المبيدات الفوسفورية العضوية . ويعتبر الحامض القوى الناتج من التحلل المائى للمبيد مثبطاً ضعيفاً لإنزيم الكولين إستريز ، وذلك لوجود الشحنة السالبة القوية التى تضعف من صفات ذرة الفوسفور المحبة للإلكترونات ، فتقلل من قدرة فسفرة الإنزيم . وهناك علاقة عكسية بين مستوى الأكسلة والتحلل المائى ، وذلك فيما يختص بتحديد مستوى سمية المبيد . وتعتبر هذه العلاقة مقياساً لدرجة مقاومة الحشرة لفعل المبيد الفوسفورى ، وتمثل في المعادلة التالية :

$$\frac{I}{T} \equiv R \approx \frac{\text{التحلل الإنزيمى (Enzymatic hydrolysis (Detoxication))}}{\text{الأكسلة الإنزيمية (Enzymatic oxidation (Activation))}}$$

وتختلف هذه النسبة خلال أطوار الحشرة في السلالات الحساسة . وعلى سبيل المثال .. يؤدي النقص في الأجسام الدهنية في أطوار معينة إلى انخفاض نشاط النظام الميكانيكى للأكسدة ، والذي يوجد في هذه الأجسام الدهنية مع زيادة في نظم التحلل المائى المسئولة عن فقد السمية . وعليه .. تلزم معاملة المبيد الحشرى في الطور الحساس للآفة . ولا يعنى ذلك إغفال باقى النظم الميكانيكية الخاصة بالمقاومة . إذ أظهرت الدراسات تحلل المبيد الحشرى بفعل البكتيريا *Pseudomonas* و *metophthora* . وقد لوحظ وجود اليكتيريا في جميع الأطوار الحشرية ، وقدرتها على تمثيل المبيدات الفوسفورية العضوية .

ومن أهم إنزيمات التحلل المائي

١ - إنزيم الفوسفاتيز ، أو الإستريز الأليفاتي

Phosphatases (Aliphatic ester hydrolyzing enzymes) (Aliesterascs)

لاحظ Van Aspern & Oppenoorth عام (١٩٥٩) أن سلاطة الذباب المنزلي المقاومة تحتوي على كمية من إنزيم الإستريز الأليفاتي أقل من الكمية التي تحتوي عليها السلاطة الحساسة . وقد أجريت بعض الأبحاث لدراسة العلاقة بين إنزيمات Aliesterascs ، وارتباطها بفقد سمية مييدات الباراثيون ، والديازينون ، والملاثيون في كل من السلاطة الحساسة والمقاومة للذباب . واعتقاداً على انخفاض مستوى إنزيمات Aliesterascs وارتباطها بمقاومة بعض السلالات للمبيدات الفوسفورية العضوية ، افترض وجود إنزيم الإليستريز الطفرى Mutant aliesterase . وتقتضى هذه النظرية وجود جين أصلى على الكروموسوم الخامس يتحكم في إنتاج الإليستريز في السلاطة الحساسة لهذه الحشرة ، وقد حدثت طفرة لهذا الجين في السلاطة المقاومة مكوناً إنزيم الفوسفاتيز Phosphatase ، والذي تخصص في مهاجمة الملاثيوكسون ، والبارأوكسون ، والديازأوكسون . وعموماً .. فإن لإنزيمات الفوسفاتيز القدرة على هدم إسترات حامض الفوسفوريك والثيوفوسفوريك ، ولكنها لم تنجح في تحليل إستر الميثايل لحامض البيوتريك (مبيد DDVP) ، والذي يحلله الإستراز الأليفاتي . وتم فسفرة كل من الإستراز الأليفاتي ، والفوسفاتيز بسرعة بواسطة المبيد الفوسفورى العضوى ، كما تم إزالة الفوسفور من إنزيم الفوسفاتيز في الغالب ، بينما تم إزالته ببطء من الإستراز الأليفاتي .

من المعتقد أن إنزيمات الإستراز الأليفاتي الطفرية قادرة على منع المبيد الفوسفورى العضوى من الوصول إلى الجهاز الحساس بتركيز قاتل ، بينما تعمل عوامل أو إنزيمات أخرى على هدم جزء من المبيد . وتوجد هذه العوامل في كل من الحشرات الحساسة والمقاومة . ويرجع السبب الرئيسى في مقاومة الذباب المنزلى ، لفعل المبيدات الفوسفورية العضوية إلى سرعة هدم المبيد بفعل إنزيم الفوسفاتيز . وهناك مييدات فوسفورية عضوية قد تنجح في تثبيط إنزيم الإستراز الأليفاتي الطفرى (المحور) ، أى أنها تعمل على فسفرة الإنزيم ، ولا تم إزالة الجزء الفوسفورى منه ، مثل : مشابه البروبابل أوكسون الذى يعمل كعامل منشط للديازينون في السلالات المقاومة ، حيث إن فسفرته لإنزيم الفوسفاتيز غير عكسية .

Carboxy esterases

٢ - إنزيم الكربوكسى إستريز

تعمل إنزيمات الكربوكسى إستراز على التحلل المائى لمجموعات الكربوكسى (ك هيدروكسى -) في إسترات الأحماض الكربوكسيلية للمبيدات ، مثل : الملاثيون . ولقد وجد أن خصائص هذه الإنزيمات في يرقات البعوض الحساسة ، والمقاومة للملاثيون متشابهة ، ولكن تركيزه يماثل ١٣ مرة ضعف تأثيره في السلالات المقاومة لهذا المبيد . وعليه .. يقال إن مقاومة هذا النوع للملاثيون مرتبطة بالتكامل الجين الذى ينظم ويتحكم في تخليق هذا الإنزيم ، ولم تلاحظ أية زيادة في نشاط الفوسفاتيز في اليرقات المقاومة .

وجد الباحثان Krueger & O'Brien عام (١٩٥٩) أن الذباب المنزلي المقاوم قد نجح في هدم مبيد الملائين بواسطة إنزيم الفوسفاتيز ، بينما تم هدم الملائين في الصرصور الأمريكى ، والألمانى بواسطة إنزيم الكربوكسى إستراز والفوسفاتيز . كما لوحظ ، في يرقات بعوض الكيولكس *Culex tarsalis* الحساسة والمقاومة للملائين ، تحول ٥ — ١٠ ٪ من الملائين إلى مركبات قابلة للذوبان في الماء ، تحول $\frac{2}{3}$ هذه المركبات نتيجة نشاط إنزيم الكربوكسى إستراز ، وتحول الثلث الباقي نتيجة نشاط إنزيم الفوسفاتيز ، أى أنه رغم وجود الفوسفاتيز ونشاطه في هدم الملائين ، إلا أن الفرق الأساسى بين اليرقات الحساسة والمقاومة كان في زيادة كمية الكربوكسى إستراز في الحشرات المقاومة . وقد ثبت أن إنزيم الكربوكسى إستراز بروتينى التركيب ، ووزنه الجزيئى ١٦٠٠٠ . ويمثل إنزيم اليرقات المقاومة إنزيم اليرقات الحساسة تماماً من حيث الوزن الجزيئى ، والشحنة الكهربائية ، والأحماض الأمينية العطرية ، والثباتية القلوية ، ولكنه أكثر تأثراً بالحرارة ويسبب في الوسط الحامضى ، وذلك في حالة السلالات المقاومة ، بينما لم يكن كذلك عند استخلاصه من اليرقات الحساسة . وكان إنزيم الفوسفاتيز أكثر نشاطاً في اليرقات الحساسة عن اليرقات المقاومة للملائين ، كما أظهرت هذه اليرقات تحملاً أقل للمركبات الفوسفورية العطرية بالمقارنة باليرقات الحساسة للملائين ، وكان إنزيم الكربوكسى إستراز ، في هذه السلالة ، متخصصاً في هدم الملائين ، والملا أوكسون . وانخفضت درجة تحمل السلالة بتعريضها لنواتج تمثيل الملائين التركيبية .

ولقد أجريت دراسات على أربع سلالات عن أكاروس *Tetranychus urticae* ، فوصل مستوى مقاومة سلالة بلوفت Blauvelt إلى (٦٠ ضعفاً) الحساسة . أما سلالة ليفركوزن Leverkusen المقاومة فقد كانت أكثر مقاومة للملاأكسون (٦٠ ضعفاً) عن الملائين (٧,٥) ، وبلغت درجة مقاومتها للباراثيون (١٠ مرات) بالمقارنة بسلالة ليفركوزن الحساسة . وبدراسة إنزيم الكولين إستراز في هذه السلالات وجد أنه كان أكثر حساسية للمبيدات الفوسفورية العضوية في سلالات ليفركوزن ، ونياجرا الحساسة ، وبلوفت عن سلالة ليفركوزن المقاومة بما يتراوح ٢,٥ — ١٢ ضعفاً . كما كانت أفراد سلالة بلوفت أكثر قدرة على تحمل الملائين ، وأنشط في هدمه داخل الجسم ، تليها سلالة ليفركوزن المقاومة ، ثم ليفركوزن الحساسة ثم ، نياجرا . ويرجع حوالى ٨٠ ٪ من نواتج هدم الملائين إلى نشاط الكربوكسى إستراز . ووجد كذلك أن أفراد سلالتى بلوفت وليفركوزن المقاومة يحتويان على كمية من إنزيم الكربوكسى إستراز ، وإنزيم الفوسفاتيز أكبر مما يحتويه أفراد السلالتين الحساستين .

Aromatic esterases

٣ — إنزيم الإستراز العطرى

يعمل الإستراز العطرى على تحلل إسترات الفينيل ، مثل : البارا أوكسون ، والباراثيون . وقد وجدت كميات صغيرة من هذا الإنزيم في جسم الذباب المنزلى الحساس ، ولكنه وجد بكثرة في القناة الهضمية للصرصور . وقد أمكن تحضير هذا الإنزيم من سلالة ذباب منزلى مقاوم للـ DFP ، كما وجد أن هذا التحضير لم يحلل البارأوكسون .

يتضح مما سبق .. أن مقاومة الحشرات للمبيدات الفوسفورية العضوية تتوقف على مجموعة من الإنزيمات الهادمة ، والتي يمكن لكل منها أن تحتل المييد الفوسفوري العضوى . وتختلف أهمية كل إنزيم في تحديد ظاهرة المقاومة باختلاف نوع المييد ونوع الحشرة . فمثلاً .. يختلف سبب مقاومة الذبابة المنزلية للملثيون عن سبب مقاومتها للباراثيون . فبالرغم من تماثل الحالتين في نقص كمية الإستراز الأليفاتى ، وزيادة الفوسفاتيز ، نجد أن الذباب المقاوم لأحدهما ليس مقاوماً للآخر . ويعتقد أن ذلك يرجع لاختلاف نوع الفوسفاتيز في الحالتين ، كذلك فإن سبب مقاومة الذباب المنزلى للملثيون يختلف عن سبب مقاومة بعوض الكيولكس *Culex tarsalis* له . فمقاومة بعوض الكيولكس ترجع لزيادة إنزيم الكربوكسى إستراز . لذا .. لم تظهر حتى الآن سلالة مقاومة لجميع المبيدات الفوسفورية العضوية بعكس الحالة بالنسبة للد.د.ت ومجموعته ، فهناك سلالة للذباب المنزلية مقاومة لمعظم المبيدات الكلورينية المعروفة .

Carbamate detoxifying enzymes

(ج) الإنزيمات الهامة للكاربامات

تمثل طرق تمثيل وهدم مركبات الكاربامات فيما يلى :

- ١ — هيدروكسلة الحلقات العطرية (تحلل مائى) Hydroxylation of aromatic rings .
- ٢ — فقد الألكيل لمجموعة النتروجين (N) ، أى إزالة مجاميع الألكيل المرتبطة بذرة النتروجين N-dealkylation .
- ٣ — فقد الألكيل لمجموعة الأكسجين (O) ، أى إزالة مجاميع الألكيل المرتبطة بالأكسجين O-dealkylation .

وتمثل الطرق الثلاثة السابقة مواضع تفاعل لإنزيمات الأكسدة Mixed Function Oxidases (MFO) . وقد لوحظ أن العديد من المركبات يتم تمثيله من خلال التفاعلات السابقة ، مما يؤدى لهدمها بفعل الإنزيمات الموجودة فى ميكروسومات كبد الثدييات . وتحتاج هذه الإنزيمات إلى جزيء أكسجين ومجموعة NADPH2 ، حتى تكون لها القدرة على هيدروكسلة المركب . وتحتاج هذه العملية إلى مرافق نحاسى هو أيون Percurpryl ، مثل : Cu^{+2} . فقد لوحظ أن لإنزيمات Microsomal oxidases القدرة على أكسدة مشتقات (N-methyl) (N-N-dimethyl carbamates) . ويتم تثبيط فعل هذه المؤكسدات مع إضافة منشطات السيسامكس ، والبيرونيل بيوتوكسيد ، MGK 264 . ولقد أظهرت الدراسات أن المستحضر الميكروسومى المتجانس للذباب المنزلى تحدث له عملية هيدروكسلة بالحلقة العطرية (التفثالين) . ويمكن إيقاف هذا التفاعل باستخدام المنشطات ، مثل : البيرونيل بيوتوكسيد ، والسلفوكسيد ، والزيويل ايسوم ، والسيسامكس . وقد لاحظ Wilkinson أن الإنزيمات النموذجية المسؤولة عن هدم مركبات الكاربامات فى الذباب المنزلى ، هى : Microsomal Tyrosinase ، tyrosinase . وتتنخفض قدرة هذه الإنزيمات المثبطة باستخدام المنشطات ، كما يؤدى إنزيم Phenolase إلى هيدروكسلة الحلقة العطرية لـ Aryl N-methyl carbamates .

وتوجد في جسم الحشرات عدة إنزيمات مؤثرة على مييدات الكاربامات ، مثل : إستراز الكولين حيث يتم تثبيط هذا الإنزيم بفعل المييدات الفوسفورية العضوية ، ومييدات الكاربامات . قد وجد أن هذا الإنزيم يمكنه تحليل مييدات الكاربامات ببطء .

وهناك إنزيم أقل تخصصاً من الإنزيم السابق بالنسبة إلى نوع المادة التي يمكنه أن يحللها ، وهو الإستراز الأليفاتي وهو يحلل إسترات معظم الأحماض الأليفاتية المحتوية على عدد من ذرات الكربون يتراوح ما بين (٢ - ٦) ، وهو يفضل الإستراز قليلة الذوبان في الماء . وقد وجد أن لبعض الكاربامات قدرة على تثبيط الإستراز الأليفاتي ، مثل : السيفين ، والإيزولان الذي يثبط الإستراز الأليفاتي المستخلص من الذباب المنزلي بتركيز يوازي ١٠ أمثال التركيز الذي أمكنه تثبيط إستراز الكولين .

كما يحلل الإستراز العطري مركبات الكاربامات ، وقد لاحظ Metcalf وآخرون عام (١٩٥٦) أن رأس وعصب الصرصور الأمريكى يحتويان على كميات كبيرة من الإستراز العطري ، ولكنه لا يثبط بواسطة المركب الكارباماتي physostigmine .

وقد اقترح وجود إنزيم يحلل الكاربامات مائيا ، وهو إنزيم إستراز الكاربامات Carbamic esterase ، وهو أكثر نشاطاً في تحليل الكاربامات القوية في تثبيط إستراز الكولين ، ويحلل إستراز الكاربامات مركبي السيفين ، والبيرولان بسرعة في الذبابة المنزلية والصرصور ، ولكنه يحلل الدايامتلان ببطء . وقد أيد ذلك أن إضافة الدايامتلان مع السيفين ، أو البيرولان تنشيط السمية ، وذلك لتثبيط الدايامتلان لإنزيم إستراز الكاربامات في الذبابة المنزلية ، وهو الإنزيم الذي يهزم السيفين والبيرولان بسرعة فيثطل هدمهما ويصبحان أكثر سمية . ولقد اقترح أن هدم السيفين يحدث بواسطة مهاجمة الإنزيم للرابطة الإسترية ، وتعمل المنشطات Synergists على تثبيط عمل الإنزيمات الهادمة للكاربامات .

سادساً : مقاومة الأعداء الحيوية للمبيدات

Natural enemy resistance to pesticides

بعد ظهور حالات مقاومة مفصليات الأرجل لفعل المبيدات (مثل الـ د.د.ت) ، ذكر علماء الحشرات أن هناك إمكانية كبيرة لحدوث نفس الظاهرة في الأعداء الحيوية لمفصليات الأرجل ، حيث تظهر مقاومة لفعل المبيد الذي تتعرض له الآفة . وقد أمكن في بداية الخمسينات انتخاب طفيل البراكون الذي يتطفل على فراشة الثمار الشرقية *Grapholitha molesta* ، باستخدام الـ د.د.ت لمدة ٧٠ جيلاً ، وذلك لمعرفة مدى إمكانية مقاومة الطفيل لفعل الـ د.د.ت ، وبعد ٦ سنوات من الضغط الانتخالي بتعرض ٣ مليون حشرة معاملة ، لم يصل مستوى المقاومة إلى أكثر من ١٢ ضعفاً . وحينما توقف الانتخاب بالـ د.د.ت ، انمكست المقاومة وعادت الحشرة إلى حساسيتها الأصلية بعد عدة أجيال .

ولعل فشل ديور اليراسكون فى إظهار المقاومة صورة أخرى لما تم تكراره على حشرات أخرى فى تجارب المعمل خلال الفترة من ١٩٥٥ - ١٩٧٠ . ولا توجد حتى الآن تقارير مؤكدة تشير إلى إمكانية مقاومة الأعداء الحيوية للمبيدات تحت الظروف الحقلية . وفى عام ١٩٧٠ أظهرت بعض التقارير قدرة المفترسات *Phytoseiid mites* ، وهى *Amblyseius Fallacis* ، *Typhlodromus occidentalis* ، على مقاومة المبيدات الفوسفورية . وقد قضى على عدد كبير من هذه المفترسات فى حداثى التفاح ، حينما استخدمت هذه المبيدات لمكافحة فراشة التفاح *Laspeyresia pomonella* ، وغيرها من الآفات الخطيرة ، إلا أنها ظهرت مرة ثانية ، وتمكنت من الحياة بعد المعاملة بالمبيدات الفوسفورية العضوية . وقد تم فى السنوات الأخيرة عزل هذه السلالات المقاومة ، واستخدامها فى برامج التحكم المتكامل للآفات (IPM) فى مناطق زراعة الفاكهة .

١ - خصائص المقاومة **Characterization of resistance**

أجريت دراسات السمية ، والمقاومة الوراثية ، والمقاومة المشتركة على مفترس *Phytoseiid mites* ، وقد أظهرت النتائج المقاومة المشتركة لمفترسات *T. pyri* ، *T. occidentalis* ، *A. Fallacis* ، *A. chilensis* . ويمكن القول بأن المفترسات الأربعة تختلف فى مستوى مقاومتها ، وسميتها ، ومستوى مقاومتها المشتركة ، مما يوحي بوجود اختلافات متخصصة فى هذه المفترسات .

٢ - سمية وتقنية المقاومة **Toxicology and Mechanisms of resistance**

درست تقنية المقاومة فى عشرين من *A. Fallacis* المقاومة للـ *Azinophos methyl* ، وقد لاحظ *Motoyama* وآخرون عام (١٩٧١) أن السلالة المقاومة للمبيدات الفوسفورية تحمل مركب الأزينوفوس ميثايل بشكل أسرع من السلالة الحساسة . كذلك وجد أن معدل فقد الألكلة *desalkylation* لهذا المبيد قد بلغ حوالى ٦ مرات فى السلالة المقاومة ، كما زاد نشاط إنزيم الـ *Glutathione transferase (GSH)* حوالى ٣ مرات . ولأن إنزيم (GSH) متخصص فى إحلل الميثيل ، فإن هذا يؤكد أن الكاروسات أقل مقاومة للمبيدات الفوسفورية العضوية التى تحتوى على الإيثيل إستر ، بالمقارنة بتلك التى تحتوى على ميثيل إستر . وتشير الدراسات إلى أن السلالات المقاومة من *A. Fallacis* ذات مقاومة مشتركة عالية جدا للمبيدات الفوسفورية العضوية التى تحتوى على مجاميع (O-methyl) .

٣ - نظرية مقاومة الأعداء الحيوية للمبيدات

Theory of nafutal enemy to resistance to pesticides

هناك كثير من العوامل المؤثرة على معدل نمو المقاومة فى عشائر مفصليات الأرجل ، حيث يمكن

تقسيمها إلى عوامل وراثية ، وعوامل خاصة بالتطبيق . وهناك عاملان إضافيان قد يساهما في تفسير الاختلاف الواسع في مقاومة الآفة بالمقارنة بالأعداء الحيوية .

The food Limitation hypothesis

(أ) القيد أو التحكم الغذائي

من العوامل المؤثرة في مقاومة الأعداء الحيوية للمبيدات هو أن هذه الكائنات تعتمد على عوائلها حتى تعيش وتزايد بعد المعاملة بالمبيد الحشرى . وقد يعمل المبيد على انتخاب جين متائل (R) لكل من الآفة ، وعلوها الحيوى . ولكن الآفات الحية تملك إمداداً غذائياً وفيراً يتيح لها التكاث والتزايد في العدد بينما تواجه الأعداء الحيوية الحية نقصاً في الضحايا والعوائل . ومع زيادة نسبة موت الآفة ، يجوع العدو الحيوى ، ولا يتمكن من إنتاج النسل ، أو قد يهاجر خارج المنطقة المعاملة بالمبيد ليتزاوج ويتعاش مع أفراد أخرى غير مقاومة .

وقد درس الباحثان Morse & Croft عام (١٩٨٠) فكرة القيود الغذائية في السلالات الحساسة لمبيد الأزينفوس ميثايل من الأكاروس المفترس A. Fallaxis ، وضحيته T. Urticae . كما أجريت مقارنة للعوامل البيولوجية الوثيقة الصلة بنمو ظاهرة المقاومة في كلا النوعين . ومن الملاحظ أن علاقة المفترس بالضحية لهُذين النوعين تعتبر نظاماً نموذجياً للدراسة الدور الذى تحدته كثافة الضحية على درجة تطور مقاومة المفترس بعد المعاملة بالمبيد . ويتشابه هذان النوعان في الحجم ، وعدد الأَطوار ، ومدة التطور ، وكذا العوامل الداخلية التى تعمل على زيادتها . كما يوجد هذان النوعان على نفس السطح المعامل ، وتوجد جميع أطوارهما معاً على الرغم من أن لهُذين النوعين وضعاً غذائياً مختلفاً ، وأغذية مختلفة ، كما أن حركة المفترس تكون أكثر اتساعاً من الضحية . وقد تكون زيادة حركة ونشاط المفترس عاملاً محدداً لتأثره بالمعاملة بالمبيد ، حيث إن إمكانية تعرضه للسم بالملازمة تكون أكبر نتيجة لواء البحث عن ضحايا ، والتي تنخفض بشكل واضح بعد المعاملة الكيميائية .

وفي مقارنة أخرى بين هذين النوعين من خلال دراسة الخصائص التوكسيكولوجية والوراثية لهما ، والتي قد تؤثر على درجة مقاومتها ، لوحظ اختلاف طرق تكاثرهما إلى حد ما ، واختلاف عدد الكرموسومات ، حيث إن العنكبوت الأحمر قد يعطى ذكوراً حتى مع عدم التزاوج ، بينما لا يستطيع المفترس ذلك .

وبمقارنة مدى تطور المقاومة في كل من المفترس ، والضحية بالانتخاب على نبات القول الذى يتواجد عليه النوعان طبيعياً في الصوبات الزجاجية ، ترواح تعدد الأكاروس والضحية والمفترس من ١٠ إلى ٦١٠ في نفس وقت الرش . وعند رش المجموع المختص باستخدام الأزينفوس ميثايل ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل . وبعد مقارنة المعاملتين ، أظهر المفترس مقاومة لهذا المبيد بمستوى أسرع من الضحية ، وذلك عند انتخاب جزء من العشيرة لمدة ٢٢ جيلاً .

وعندما أجرى انتخاب بمرجة تسبب موت بنسبة ٧٥٪ ، أظهرت الضحية درجة من المقاومة أبطأ من التجربة الأولى . ويرجع ذلك إلى أن المعاملة لا تتم في كل جيل ، بل تتم عندما تصل الضحية إلى مستوى كثافة عديدة مقاربة للظروف الحقلية . وتظهر المفترسات التى انتخبت على مستوى

يقتررب بدرجة ٩٩,٩٪ من مستوى المقاومة أسرع عندما يتوفر الغذاء بالمقارنة بالضحية . وعندما تصل المفترسات إلى مستوى مقاومة الضحية (بعد الانتخاب الثاني) ، فإن استمرار الانتخاب لإظهار وتطور المقاومة يأخذ في البطء إلى نفس مستوى الضحية .

وهناك بعض العوامل البيئية الأخرى بخلاف القيود الغذائية ، والتي تؤثر على معدل نمو وثبات المقاومة في الأعداء الحيوية . وتشمل هذه العوامل معدلات النمو ، ومستوى التريض ، بالإضافة إلى العوامل الوراثية . وهناك بعض الأعداء الحيوية ، مثل : *Chrysopa* ، والتي تتميز بالحركة الواضحة ، علاوة على تخصصها للتطفل غير الواضح . ومثل هذه الأنواع لا تكون مقاومة للمبيدات نظراً لقيودها الوراثية ، وكثرة حركتها ، وقلة تعرضها للمبيدات .

The differential susceptibility hypothesis

(ب) الاختلاف في الحساسية

يقوم هذا الافتراض بفرض تفسير التعرض بين درجات الحساسية أو المقاومة في الآفات ، والأعداء الحيوية الخاصة بها . ويرجع ذلك إلى قدرة الآفات على التأقلم الطبيعي *Preadaptation* تجاه المبيدات المستخدمة عند مقارنتها بالمفترسات والطفيليات . وقد افترض جوردون Gordon عام (١٩٦١) أن يرقات بعض الحشرات كاملة التطور ، وعديدة العوائل تتحمل المبيدات نتيجة الضغط البيوكيميائي المرتبط بغذائها خلال فترة تطورها (مكونات النبات الكيميائية الثانوية) . كما لاحظ Krieger وآخرون عام (١٩٧١) ارتفاع نشاط إنزيم *Aldrin epoxidase* في أنسجة معدة يرقات حرشفية الأجنحة قليلة العوائل ، وذلك عند مقارنتها بالأنواع وحيدة العائل . كما ارتبط النشاط الإنزيمي لهذه الأنواع بالانتخاب الطبيعي لفقد سمية مكونات النبات الكيميائية الثانوية ، مثل : السيانيدات ، والروتينويدات ، والألكالويدات ..إلخ . كما لاحظ Brattsten وآخرون عام (١٩٧٧) تنبؤ إنزيمات (MFO) في يرقات الحشرات عديدة العوائل ، مثل *Spodoptera eridania* بواسطة مكونات النبات الثانوية . وبعد استهلاك هذه المواد تكون اليرقات أقل حساسية للتسمم الغذائي . لذا .. فإن إنزيمات (MFO) قد تلعب دوراً هاماً في حماية الحشرات التي تتغذى على النبات ضد معظم المواد الكيميائية .

وتطرح العلاقة بين قدرة الحشرات عديدة العوائل على هدم وفقد سمية المكونات النباتية الثانوية ، والمبيدات سؤالاً هاماً عن موقف الطفيليات ، والمفترسات التابعة لمفصليات الأرجل . ومن المعروف أن فرصة الأعداء الحيوية في التعرض لمكونات النبات الثانوية تظهر بدرجة أقل إلحاحاً من الحشرات التي تتغذى على النبات ، ولذا فإن الأعداء الحيوية تظهر مستوى أقل من التأقلم الطبيعي تجاه المبيدات ، بالمقارنة بالحشرات التي تتغذى على النبات . وعند مقارنة السلالة الحساسة للأكاروس *T urticacae* الذي يتغذى على النبات ، والأكاروس المفترس *A fallax* لوحظ أن الضحية أقل حساسية بحوالى ٢ — ٢٠ مرة ، بالمقارنة بالمفترس تجاه معظم المبيدات الفوسفورية العضوية ، كما أنها أقل حساسية بحوالى ٤ — ٦ ، مرات بالمقارنة بالمفترس تجاه التوكسينات النباتية (النيكوتين) . ونقل هذا الافتراض خطوة للأمام فإن المفترسات التي قد تكون ذات سلوك غذائي مختلط بين الحشرات ،

والنبات قد تكون أقل حساسية للمبيدات من الطفيليات . وعموماً .. نجد أن الطفيليات أكثر تخصصاً من المفترسات ، وعليه .. فهي أقل تعرضاً للتوكسينات النباتية .

وتوضح المقارنات بين مستوى حساسية الآفة المغذاة على النبات ، وأعدائها الحيوية أن تدرج مستوى الحساسية تصاعدياً يبدأ بالآفة ، ثم المفترس ، ثم الطفيل . وقد أظهرت بعض الدراسات الخاصة ، بنسبة تشييط الكارباميل مع المادة المنشطة البيرونييل بيوتوكسيد (مشيط إنزيم MFO) أن الآفات أقل حساسية تجاه المبيد بمعدل حوالى ٦ مرات عند مقارنتها بالمفترسات ، وبمعدل حوالى ١٦ مرة عند مقارنتها بالطفيليات . كما توضح نسبة التشييط التى بلغت (١ : ٥) أن متوسط نشاط إنزيم MFO فى الآفات بمعدل ١,٦ ، ٢,١ مرة عن نشاطه فى المفترسات والطفيليات على الترتيب .

ويمكن تفسير الاختلافات فى حساسية الآفات ، والأعداء الحيوية ، والاختلافات بين المفترسات ، والطفيليات على أساس التباين بينهما فى الأهمية النسبية لإنزيمات التحلل المائى ، وإنزيمات الأكسدة التى تؤدى لفقد السمية ، حيث إن مفصليات الأرجل التى تتغذى على النبات أو الحشرات قد تحتوى على إنزيمات التحلل المائى بكمية كافية لتحليل الدهون ، والبروتين ، وغيرها من المواد الغذائية ، وكذلك المبيدات الحشرية التى تفقد سميتها بالتحلل المائى ، بينما تحتوى الأنواع التى تتغذى على النبات على كميات أكبر من نظم فقد السمية الخاصة بالأكسدة ، وقد يتم توجيه هذه النظم ناحية بعض مكونات النبات الثانوية ، مثل : الجوسيبول Gossypol فى القطن . وإذا كان هذا هو الواقع والحقيقة ، فإن المبيدات الحشرية التى يتم تمثيلها بالتحلل المائى قد تكون أكثر المركبات الكيميائية قبولاً كمبيدات متخصصة فى برامج المكافحة المتكاملة .

ويوضح افتراض اختلاف الحساسية دور إنزيمات MFO فى تمثيل كل من مكونات النبات الثانوية ، والمبيدات الحشرية ، بينما تعتمد مقاومة مفصليات الأرجل لمعظم المبيدات الحشرية على نظم هدم أخرى ، مثل : إنزيمات التحلل المائى Hydrolases ، وناقلات الجلوتاثيون Glutathione transferases ، وانخفاض حساسية العضو المستهدف . ولم تزل المعلومات الخاصة بالنظم والتقنيات الخاصة بفقد السمية المرتبطة بمكونات النبات الثانوية غير كافية .

وخلاصة القول .. إنه لا يمكن تطبيق اقتراح فقد السمية المحدود كتفسير لاختلاف الحساسية الأولية للآفات المغذاة على النبات ، والمفترسات ، والطفيليات . وذلك عند دراسة مدى نمو وتطور ظاهرة المقاومة لهذه المجموعات . وحتى الآن لا توجد دراسات حول إثارة تحفيز إنزيمات MFO ، وغيرها من النظم الإنزيمية فى المفترسات والطفيليات ، كما لا توجد دراسات حول معدلات تواجد ونشاط هذه الإنزيمات . وتحتاج هذه الدراسات إلى تقدير دور الغذاء فى التأقلم الطبيعي لمفصليات الأرجل التى تتعرض للمبيدات .

من العرض السابق .. يمكن القول بأن افتراضات القيود الغذائية ، واختلاف الحساسية يجب أن تحتل موقعاً مرموقاً فى الدراسات المستقبلية . ولا يوجد افتراض واحد يعطى تفسيراً كاملاً عن الاختلافات الملحظة بين ظاهري الحساسية والمقاومة فى مفصليات الأرجل المغذاة على النبات ، وبين أعدائها الحيوية التى تتغذى على الحشرات .

سابعاً: حقيقة وتشخيص مقاومة الحشرات لفعل المبيدات الحشرية

Implications and prognosis of resistance to insecticides

من وجهة النظر البيولوجية .. نحمد أن مقاومة الحشرات لفعل المبيدات عبارة عن ظاهرة تطورية Evolutionary phenomenon ، نتيجة للانتخاب الطبيعي Natural selection لآفة ، وذلك بسبب التعريض المستمر للمبيدات . ويمكن إيضاح ذلك بالمثال التلى : منذ عام ١٩٥٠ عومل حوالى ٤٠٠ مليون فدان بأكثر من ٥,٧٥٠,٠٠٠,٠٠٠ رطل مادة فعالة من المبيدات ، بمعدل حوالى ١٤ رطل/فدان . وفى مصر ، فى الفترة بين ١٩٦١ إلى ١٩٧٥ ، عومل حوالى ٤ ملايين فدان مزروعة قطعاً بأكثر من ٨١١,٠٠٠,٠٠٠ رطل مادة فعالة من المبيدات ، لمكافحة دودة القطن ، وحدوق اللوز الشوكية والقرنفلية (السباعى — عام ١٩٧٧) . وفى ولاية أليوى بالولايات المتحدة الأمريكية تمت المعاملة بحوالى ١٠٠ مليون رطل مادة فعالة من مبيدات التربة ، وذلك لحوالى ١٠ ملايين فدان من المحاصيل ، لمكافحة دودة جنور النرة بمتوسط حوالى ١٠ رطل/فدان ، وذلك خلال الفترة بين ١٩٥٣ — ١٩٧٩ . وتحدث متغيرات هذه المبيدات فى البيئة المعاملة ، والموجودة بها الآفات ضغوطاً انتخابية مكثفة تسرع من زيادة عدد الأنواع المقاومة .

ولعل التكهن بمقاومة الآفة لفعل المبيد أمر ضعيف . وهناك أكثر من مليون حشرة تم توصيفها (تشمل حوالى $\frac{1}{3}$ مجموع الحيوانات) ، وتعرف بالمنافس الحقيقي للإنسان . ونظراً للاختلاف الجينى الواسع ، وقصر فترة حياتها ، وقدرتها التناسلية الفائقة أتبع لها التواجد تحت ظروف مختلفة من النظم البيئية ، وعلى كل بقعة من سطح الكرة الأرضية . وقد قام الإنسان باستخدامه للمبيدات بفرض واقع الانتخاب الطبيعي ، مما أسرع من ظهور بعض سلالات الذباب المنزل ، والبعوض ، والصراصير ، وديدان اللوز التى تظهر فيها حالات المسخ (Monster) . وبجانب الاعتبارات البيولوجية .. فإن مقاومة الحشرات لفعل المبيدات أدت إلى ظهور سلسلة من التعقيدات ، بالإضافة إلى المشاكل الاقتصادية والاجتماعية التى تتحدى الإنسان .

Development of multiple resistance

١ — تطور المقاومة المتعددة

يزداد عدد الحشرات المقاومة لفعل المبيدات عن عدد المبيدات التى استخدمت أصلاً ، وذلك لوجود ظاهرة المقاومة المشتركة Cross resistance ، والتى تعنى قدرة النوع المقولم على البقاء عند تعرضه لمادة كيميائية قريبة جداً من المادة المقولم لها أصلاً ، مثل : ال.د.د.ت ، والميثوكسى كلور ، والألدرين ، والمهتاكلور ، واللندن . وتظهر المقاومة المشتركة نتيجة لعمومية النظم الفاعل للسمية مثل DDTase ، أو لانخفاض حساسية الجهاز المستهدف مثل الطفرات التى تحدث لإنزيم Acetylcholinesterase . وتعمل المقاومة المشتركة على تحديد ، أو خفض فرصة اختيار المبيدات المتاحة . وقد تسبب هذه المقاومة مشاكل اقتصادية حقيقية ، كما فى حالة مقاومة حشرة دودة جنور النرة للسايكلوداين ، وتعمل المقاومة المشتركة لمبيدات الألدرين ، والمهتاكلور ،

والكلوردان بالتالى على خفض نسبة $\frac{\text{المنفعة}}{\text{التكاليف}}$ لمعاملة مييدات التربة فى حقول الذرة . وتحير

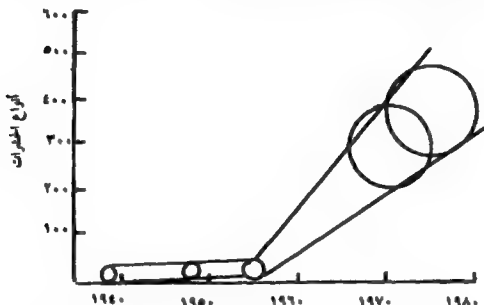
المقاومة المتعددة Multiple resistance أكثر خطورة ، إذ أنها تنتج من الوجود المشترك لعدد من الجينات المستقلة ، بحيث تنتج نظاماً وتقنيات للمقاومة لمييدات لا علاقة بينها ، أى مييدات لها طرق تأثير مختلفة ونظم قد سمى مختلفة . وعليه .. فإن المقاومة المتعددة تعكس التاريخ السابق لاستخدام المييدات ، والذي يعوق استخدام هذه المييدات مستقبلاً . ويوضح المثال التالى خطورة هذا النوع من المقاومة ، حيث أشار Keiding عام (١٩٧٧) إلى استمرار تطور ونمو المقاومة المتعددة فى الذباب المنزلى لمدة ٣٠ عاماً ، وذلك بدءاً من استخدام الـ د.د.د.ت عام ١٩٤٥ ومقاومة الذباب المنزلى له ، ثم مقاومته للـ BHC عام ١٩٤٧ ، كما أظهرت مقاومة عالية للمركبات الفوسفورية بالتبعية . وتلى ذلك ظهور سلالات مقاومة للكاربامات ، وسلالات مقاومة لليوثروبيدات ، ثم هرمون الشباب المخلوق (الميثوبرين Methoprene) . كما أصبحت دودة ورق القطن فى مصر مقاومة للمركبات الكلورينية العضوية ، مثل : التوكسافين ، الـ د.د.د.ت ، والليندين ، والأنترين ، وبعض المركبات الفوسفورية العضوية ، والكاربامات ، مثل : السيفين ، ومثبطات تخليق الكيتين ، مثل : الديليين Diflubenzuron ويؤدى ذلك إلى عدم استمرار فعالية المييد الجديد أكثر من ٢ — ٤ سنوات .

وقد وضع Georgiou & Taylor (عام ١٩٧٧) تلخيصاً لحالة المقاومة المتعددة لحوالى ٣٦٤ نوعاً مقاوماً من الحشرات عام ١٩٧٦ . ويوضح جدول (٢-٣) التالى مدى نمو وتطور ظاهرة المقاومة المتعددة للذباب المنزلى المقوم لكل من : الـ د.د.د.ت ، ومركبات السكلوداين حتى الوقت الحالى . ويمكن تقسيم مراحل المقاومة المتعددة من الناحية التاريخية والواقعية إلى :

- ١ — الزرنيخات
 - ٢ — الـ د.د.د.ت ، ومشتقاته
 - ٣ — BHC ، والسكلوداين
 - ٤ — المركبات الفوسفورية العضوية
 - ٥ — الكاربامات
 - ٦ — البيروثروبيدات
 - ٧ — هرمونات الشباب المخلقة
 - ٨ — مثبطات تخليق الكيتين
- جدول (٢ - ٣) : تطور المقاومة المتعددة للمييدات الحشرية فى الذباب المنزلى .

السنة	الأنواع المقاومة	المرحلة الثانية	المرحلة الثالثة	المرحلة الرابعة	المرحلة الخامسة
١٩٣٨	٧	صفر	صفر	صفر	صفر
١٩٤٨	١٤	١	صفر	صفر	صفر
١٩٥٥	٢٥	١٨	٣	صفر	صفر
١٩٦٩	٢٢٤	٤٢	٢٣	٤	صفر
١٩٧٦	٣٦٤	٧٠	٤٤	٢٢	٧

ويوضح شكل (٢-٦) مدى نمو هذه الظاهرة ، حيث إن مساحة الدائرة توضح مدى شدة المقاومة المتعددة . وعلى سبيل المثال .. فإنه إذا كانت المرحلة الأولى تسلوى واحد فهي تزيد إلى خمسة في المرحلة الخامسة ، ويحتمل انخفاض معدل المقاومة خلال ١٠ - ٢٠ سنة قادمة . وسوف يزداد معدل تطور المقاومة المتعددة نظراً لارتفاع معدل استخدام المبيدات .



شكل (٢ - ٦) : معدل المقاومة المتعددة في الآفات الحشرية (مساحة الدائرة تتناسب عكسياً مع حالات المقاومة المتعددة) .

٢ - الاعتبارات الاقتصادية لمقاومة الحشرات لفعل المبيدات

تحكم الاعتبارات الاقتصادية أى مجتمع ، وتكون $\frac{\text{المنفعة Benefit}}{\text{التكلفة Cost}}$ هي المعادلة الصعبة المطلوب

تحقيقها دائماً ، ويعمل الإنسان جامداً على رفع هذه النسبة . ومن هنا يلزم أن يتجنب الاعتبار الاقتصادى في مكافحة الآفات في هذه الناحية ، مع عدم إغفال أن عناصر التكلفة تشمل مدى تلوث البيئة بالمبيدات ، والأضرار الناجمة على صحة الإنسان نتيجة استخدام المبيدات ، ومدى الخفض في تعداد الأعداء الحيوية ، ومدى تكلفة تسجيل المبيد الكيميائى ، ومدى مقاومة الحشرة لفعل المبيد ، ومدى ظهور الآفة بشكل وبائى عقب استخدام المبيد .

وبعد ٣٠ عاماً من هذا الكم الرهيب لمقاومة الحشرات لفعل المبيدات ، يجب على جميع المهتمين بمجال مكافحة الآفات وضع اعتبارات التكلفة الاقتصادية ، لمقاومة الحشرات لفعل المبيدات في الحسبان ، تلك الاعتبارات التى تهدد الآن إمكانية مكافحة الآفة ، ونقلات الأمراض .

(أ) ارتفاع تكلفة المبيدات الحشرية

لم يكن هناك أى تأثير اقتصادى مباشر عند أول ظهور للمقاومة المشتركة في الحشرات ذات

الطبيعة الاقتصادية ، حيث كانت مركبات الزرنيخ ، والمركبات الكلورينية العضوية منخفضة التكاليف . وفي عام ١٩٦٩ ارتفع سعر الرطل من المبيد في أمريكا إلى ٠,٢٦٦ دولاراً لورنيشات الرصاص ، ٠,١٧٥ دولاراً للد.د.ت ، ٠,١٣ دولاراً لسداس كلوريد البنزين ، ٠,٢٢ دولار للتوكسافين ، ٠,٥٩ دولار للكوردان . وقد أتاح انخفاض هذه التكاليف الفرصة لإمكانية استخدام المبيدات بتكلفة ضعيفة ، مما شجع على تكرار المعاملة ، فأدى ذلك إلى الدخول في طاحونة المبيدات للدرجة وصلت فيها مرات المعاملة بالمبيدات على القطن حوالى ٥٠ — ٦٠ معاملة في الموسم الواحد .

وزادت أسعار المبيدات القديمة بسرعة هائلة مع التضخم العالمى ، حيث ارتفعت أسعارها في الفترة من ١٩٧٠ إلى ١٩٧٧ ، من ٠,٦٩ دولاراً إلى ١,٨٣ دولاراً للرطل بمعدل زيادة قدرها ٢١,٧٪ سنوياً (أى تضاعفت خلال ٣,٢ عام) . وقد بلغت الزيادة بالنسبة للد.د.ت من ٠,١٧٧ إلى ٠,٣٤ دولاراً ، والتوكسافين من ٠,٢٢ إلى ٠,٣٨ دولاراً ، والكوردان من ٠,٥٩ إلى ١,٠٥ دولاراً ، والميثيل باراثيون من ٠,٥٥ إلى ٠,٩٦ دولاراً ، والملاثيون من ٠,٧٩ إلى ١,٠٢٥ دولاراً . ويرجع هذا الاتجاه إلى التضخم كما قلنا ، بالإضافة إلى ارتفاع أسعار البترول . وقد أدى إلى زيادة أسعار الماصيل . كما أدت المقاومة المتعددة إلى إحداث تأثيرات أكبر ، حيث استخدم ١٧ مبيداً حشرياً مختلفاً في مزارع الدانمرك ، لمكافحة الذبابة المنزلية في الفترة من ١٩٤٥ حتى ١٩٧٧ ، بمعدل فترة حياة فعالة تصل إلى ٣ أعوام لكل مبيد . حيث استمرت الجينات المقاومة للد.د.ت ، والسيكلودامين لأكثر من ٢٠ عاماً . وقد ظهرت المقاومة للدايمثويت بعد شهرين من المعاملة . وفي مصر استخدم حوالى ١٩ مبيداً حشرياً مختلفاً في الفترة من ١٩٦١ حتى ١٩٧٥ ، لمكافحة دودة ورق القطن . ولا تزيد فترة فاعلية المبيد عن ٢ — ٤ سنوات ، كما لا يظهر أى انعكاس للمقاومة خلال ١١ عاماً (السباعى — ١٩٧٧) .

وقد ازدادت صعوبة اكتشاف مبيدات جديدة ، بالإضافة إلى ارتفاع تكلفة معامل التخليق والتقييم . أضف إلى ذلك أن معظم المركبات الحديثة ، مثل البيروثرويدات المصنعة ، ومنظمات النمو في الحشرات تعتبر — من الناحية الكيميائية — مركبات أكثر تعقيداً ، حيث تحتاج مركبات البيروثرويدات إلى ١٣ مرحلة حتى يتم تخليقها ، بينما ينتج الد.د.ت من خطوة تخليقية واحدة . وتعكس هذه الاختلافات في خفض كمية المنتج النهائي ، كما ازدادت تعقيدات متطلبات تسجيل المبيد (الباب الأول) .

وتؤدى جميع العوامل السابقة إلى وصول سعر البيروثرويدات المصنعة ، ومنظمات النمو للحشرات إلى ٤٠ — ٥٠ دولاراً/رطل أو أكثر ، أى أن الزيادة وصلت إلى ١٠٠ ضعف ، بالمقارنة بالد.د.ت ، والتوكسافين . وهذه المركبات الجديدة فعالة جداً ، إلا أنه لا يجب التوسع في استخدامها في الوقت الحالى خوفاً من ظهور المقاومة المتعددة ، والتي سوف تؤدى إلى خفض النسبة بين المنفعة والتكاليف في استخدام المبيدات .

Effect of resistance on economic threshold

من المعروف أن المركبات الكلورينية أعطت حماية رخيصة التكلفة لمحصول النرة في الولايات المتحدة الأمريكية خلال الفترة من ١٩٥٢ — ١٩٦٢ ، وذلك حينما كانت تكلفة المعاملة ١,٥ رطلاً/فدان باستخدام الألدرين أو الهبتاكلور تساوى ٢,٢ دولار/ فدان ، وبلغ العائد الاقتصادى فى ذلك الوقت إلى نسبة ١ : ٤,٢٥ دولارًا ، بمعنى أن كل دولار يصرف يعطى عائداً يصل إلى ٤,٢٥ دولارات . وقد أدت هذه الحماية الرخيصة إلى القناعة الكاملة لدى المزارعين بضرورة استخدام المبيدات دون النظر إلى تعداد آفة مثل دودة جنور النرة ، أو دون النظر إلى ما يسمى بالحد الاقتصادى الحرج (وهو مستوى الإصابة الأقل من الحد الاقتصادى للضرر) .

وقد أوضحت الدراسات التفصيلية من ولاية أليوى بالولايات المتحدة الأمريكية أنه فى خلال الفترة من ١٩٦٤ إلى ١٩٧٣ ، أعطى استخدام المبيدات ضد دودة جنور النرة معدل ربح يصل إلى ٤,٣٢ دولارات/فدان . وبلغ متوسط ربح مزارعى الولاية حوالى ٢٤,٩٧٨,٨١٠ دولار . وقد أدى ارتفاع مستوى مقاومة دودة جنور النرة للمبيدات ، وارتفاع تكلفة استخدام المبيدات الجديدة إلى انخفاض جاذبية هذا الشكل من الحماية . وأدى استخدام المبيدات فى عام ١٩٦٨ — ١٩٧٠ ، إلى إنقاذ حوالى ١,٦ بوشل/فدان ، وفى عام ١٩٧٠ بلغ متوسط محصول النرة ١,٣٣ دولاراً/بوشل بربح يصل إلى ١ دولار : ١ دولار ، واستخدم خلال هذه الفترة مبيد Carbofuran بمعدل ١ رطل/فدان بتكلفة ٧,٥ دولارات/فدان ، ووفرت هذه المعاملة حوالى ١٣,٧ بوشل/فدان . وفى عام ١٩٧٥ بلغ متوسط محصول النرة ٢,٥٤ دولار/بوشل ، ووصلت تكلفة معاملة التربة بمبيد الكاربوفوران حوالى ٧,٥ دولاراً/فدان ، محققاً تقريباً يصل إلى ٤٣,٨ دولاراً بنسبة ١ دولار : ٤,٠٩ دولارات . وقد ارتفعت أسعار المبيدات بمعدل ٢١,٧٪ سنوياً ، وفى عام ١٩٧٩ كلفت المعاملة بمبيد الكاربوفوران ١٠ دولارات/فدان ، كما بلغ سعر النرة ٢,٢ دولار/بوشل ، مما يوحى بأن أقصى نسبة بين المنفعة والتكلفة هى ٣ : ١ .

ولتقييم تأثيرات تكلفة المبيدات ، وأسعار النرة المختلفة فى ظل الحد الحرج الاقتصادى لدودة جنور النرة ، أشار Taylor عام (١٩٧٥) إلى أنه فى الفترة من (١٩٥٦—١٩٦٢) كان سعر النرة دولار واحد/بوشل ، وتكلفت المعاملة بالألدرين ٢,٢ دولار/ فدان . وعليه .. كان الحد الحرج الاقتصادى بمعدل حشرة واحدة/نبات . وفى عام ١٩٧٥ بلغ العائد ٢,٥٤ دولار/بوشل ، بينما وصلت تكلفة المعاملة بمبيد الكاربوفوران حوالى ٧,٥ دولارات/فدان ، لذا كان الحد الحرج الاقتصادى بمعدل ٣ حشرات كاملة/نبات . وفى عام ١٩٧٩ بلغ العائد ٢,٢ دولار/ فدان ، وعليه .. وصل الحد الحرج إلى أكثر من ٥ خنافس كاملة/ نبات . وقد أوضح Taylor أن هذا الحد الحرج نافع ومفيد فى تحديد البائل الاستراتيجية لمكافحة الآفة المستهدفة ، والتي يمكن ذكرها فى النقاط التالية :

إن المعدلات المذكورة أعلاه بالنسبة لكل Acre (٤٠٤٧ م^٢) ، وقد تم ذكرها بالفدان (٤٢٠٠ م^٢) تسهيلاً لما هو موجود في مصر .

- ١ — دورة زراعية بين الفرة ، وفول الصويا .
- ٢ — المعاملة الدائمة للمبيدات التربة .
- ٣ — عدم معاملة المبيدات الحشرية للتربة .
- ٤ — استخدام نظم التحكم المتكامل للآفة (IPM) ، مع اعتبار الحد المخرج الاقتصادي .

ونظراً للزيادة المستمرة في تكلفة المبيدات ، ولزيادة المقاومة للمبيدات البديلة ، للتضخم الاقتصادى الذى يحكم أسعار المحصول ، فإن الطريقتين ١ ، ٣ لا تكلف المزارع ، ولذا تعتبران أكثر قبولاً .

٣ — تنظيم المبيدات

Reduced Selection pressure

(أ) خفض الضغط الانتخابى

يمكن خفض الضغط الانتخابى الناشئ عن استخدام المبيدات بمراعاة العناصر التالية :

- ١ — تقليل عدد مرات المعاملة بالمبيدات .
 - ٢ — تقليل المساحة المعاملة بالاكثفاء ، وذلك بمعاملة بعض الصفوف ، أو القطع المصابة بالحقول .
 - ٣ — تجنب استخدام المبيدات التى تتميز بطول فترة ثباتها في البيئة .
 - ٤ — تقليل استخدام معاملات التبقيات .
 - ٥ — تجنب المعاملات التى تؤدي إلى الضغط الانتخابى لكل من طورى اليرقة ، والحشرات الكاملة
 - ٦ — استخدام الأصناف النباتية المقاومة — الدورة الزراعية — الأعداء الحيوية — أمراض الحشرات ، وغيرها من الطرق غير الكيميائية في برامج المكافحة .
- ويعرف تكامل هذه العناصر بالتحكم المتكامل للآفات على وجه التقريب .

Management of pesticides

(ب) تنظيم استخدام المبيدات

يؤدى الاختبار السليم للمبيد ، والطريقة المثلى للتطبيق إلى خفض مستوى مقاومة الحشرة للمبيد ، أو حفظ حساسية الحشرة للمبيد . ولعل الأمر يحتاج إلى معلومات أكثر عن العوامل الوراثية ، والفسيولوجية ، والبيوكيميائية المرتبطة بالمقاومة المتعددة ، ودراسة ارتباط وعبر العوامل الجينية لأنواع المقاومة ، والعلاقة بين المقاومة والسلوك . وفيما يلى نموذج مقترح لهذا التطبيق :

- ١ — استخدام وسيلة تحليلية لتعداد الآفة ، بحيث يمكن معرفة مستوى الحساسية ، واكتشاف أى احتمال لظهور المقاومة . ويمكن تحقيق ذلك باستخدام طرق كشف المقاومة التى أقرتها منظمة الأغذية والزراعة (FAO) عام ١٩٧٧ .

٢ — تجنب استخدام مخاليط المبيدات ، وذلك لأن نتائج الأبحاث تشير إلى التطور الناتج لمقاومة الآفة لمكونات المخلوط .

٣ — إطالة فترة الحياة الفعالة للمبيد الجيد قدر الإمكان ، وذلك باستخدام وسائل التحذير لمعرفة درجة الحساسية ، ودرجة إحلال مبيد جديد قبل فشل المبيد الآخر في المكافحة .

٤ — اختيار المبيدات البديلة ، وكيفية متابعتها بناءً على اعتبارات وراثية للمقاومة المشتركة ، أو المقاومة المتعددة .

وقد أدى الاختيار الجيد للمبيد إلى بقاء مبيد الميثايل كلوربيريقوس في مكافحة بعض ناقلات الأمراض ، وإحلال الأزيثوفوس ميثايل محل الـ د.د.ت في مكافحة الفراشة ذات الظهر الماسي ، وإحلال مبيد الكروبيفيوران محل الألدرين في مكافحة خنافس جنور النرة ، وإحلال مبيد الفينثاليورات محل الميثايل براثيون في مكافحة دودة اللوز *Heliothis virescens* على القطن .

وقد أوضحت الدراسات المستفيضة على مقاومة الذباب المنزلي في الدانمارك أن الاختيار غير السليم للبدل من المبيدات قد يؤدي إلى فشل عملية المكافحة في المستقبل . وعلى سبيل المثال .. نجد أن مقاومة الـ د.د.ت يعبر عنها بنظام Kdr ، وهي تتميز بالمقاومة المتعددة للبيروثرويدات ، لذا لا يسمح الآن باستخدام مستحضرات البيروثرويدات في الدانمارك حتى تظل هناك مساحة لإمكانية استخدام هذه المركبات مستقبلاً . وتتضمن المقاييس الواجب اعتبارها ما يلي :

١ — استخدام المبيدات الحشرية التي لها عامل بسيط للمقاومة ، وتتميز بمقاومة مشتركة ضعيفة ، أو مقاومة محدودة مثل الملاثيون .

٢ — تجنب استخدام المبيدات الحشرية ذات المقاومة المتعددة المعقدة ، مثل الديازينون .

٣ — تجنب أو تأخير استخدام المبيدات المؤثرة على نفس النظام المستهدف ، مثل البيروثرويدات

٤ — استخدام معاملات بديلة للمبيدات الحشرية وتغيرها قبل ظهور مقاومة لفعالها .

وفي النهاية تصبح هناك ضرورة ملحة لوضع استراتيجية شاملة لتنظيم استخدام المبيدات لإطالة فترة استخدام المركبات المتاحة ، والتي قد تفيد في برامج التحكم المتكامل (IPM) . وتتطلب هذه الاستراتيجية تفهماً أكثر لنظم الآفة البيولوجية ، وتعاون كافة القائمين بالمكافحة ، بالإضافة إلى إجراء مزيد من الدراسات الاقتصادية والاجتماعية ، والنفسية . ويصبح من الضروري كذلك أن تتطور طرق مكافحة الآفات على المحاصيل التي تعامل بكثافة شديدة بالمبيدات ، مثل : القطن ، والذرة ، والفواكه المتساقطة . وعموماً .. فإنه إذا لم يتم تنظيم استخدام المبيدات بشكل نموذجي ، فستظل مشكلة المقاومة من أكبر الصعوبات التي تقف حائلاً في سبيل تحقيق المكافحة الفعالة للآفات لصالح الإنسان ، وبيئته . التي يعيش عليها .

ثامناً : التحكم في مقاومة مفصليات الأرجل

Management of resistance in arthropods

١ - مقدمة

اهتم علماء الحشرات والمبيدات منذ ظهور مقاومة الحشرات لفعل المبيدات بفهم العوامل المسؤولة عن نمو ، وتطور ، وإظهار المقاومة . وقد أشار ميلاندر عام ١٩١٤ إلى أن مقاومة الحشرة القشرية (سان جوزى) تجاه غلوط الجير والكبريت ترجع إلى عدم التغطية الكاملة للسطح المعامل بالمبيد ، وإلى أسباب وراثية ، كما أشار إلى توقع حدوث مقاومة الحشرة القشرية لزيوت الرش ، ولذا .. اقترح إدخال سلالة ضعيفة تشترك مع السلالة الشديدة المقاومة الموجودة فعلاً ، حتى تعيد التجمع الحشرى الحساس مرة ثانية . وقد ازدادت حدة المقاومة بعد إدخال الـ D.D.T. ، حيث ارتفعت معدلات نمو المقاومة تجاه المبيدات الكلورينية ، والفوسفورية العضوية ، والبيرثرويدات الخلقية حديثاً ، وتشمل القائمة الآن حوالى ٤٢٨ نوعاً من مفصليات الأرجل التى أظهرت مقاومة للمبيدات . وقد تقدمت الدراسات الوراثية ، والفسيولوجية ، والبيوكيميائية الخاصة بالمقاومة ، بينا لم يكن هناك تقدم جوهري في كيفية التغلب على الحشرات ، أو تأثير تطور المقاومة ، ولعل الدراسات والاكتشافات الحديثة للمبيدات ، وزيادة الاتجاه نحو استراتيجية التحكم المتكامل للآفات تضيف جوا من التفاؤل في هذا الصدد .

ومن أمثلة المبيدات الحديثة المكتشفة أخيراً ، مشابهات هرمون الشباب ، ومثبطات تخليق الكيتين ، وبعض مشتقات المركبات الفوسفورية العضوية ، والكاربامات ، وبعض البيرثرويدات الخلقية ، وكذا بعض سلالات البكتيريا المفترزة للتوكسين . ولهذه الاكتشافات دور معنوي في إمدادنا ببعض المركبات الجديدة التى تخفف من حدة الاعتماد على مبيد واحد . وبمصحح التوصل إلى حل مشكلة المقاومة أمراً بالغ الصعوبة ، مع ظهور المركبات الحديثة طلالاً أن هناك صعوبة في التعرف على مناعة المبيد في نمو المقاومة .

وقد تصاعدت الآن فكرة برامج IPM بشكل هائل ، إذ تتكامل الوسائل الكيميائية مع غير الكيميائية بغرض تقليل الضغط الانتخابي الكيميائي ، وتأخير نمو المقاومة بالتالى . وهناك الآن اقتناع بأن استراتيجية IPM هي الحل الأمثل لظاهرة المقاومة . وحتى تبقى هذه الفلسفة صالحة للتطبيق ، لابد من التأكد من عدم ظهور المقاومة ، وذلك لأن أى تغير في المبيد قد يؤدي إلى إنهاء دور المكافحة الحيوية داخل نظام IPM ، لذا .. فهناك حاجة ماسة لمركبات كيميائية جديدة نستخدمها دون مخاطر .

أشار معظم العلماء إلى أن هناك حلاً دائماً لمشكلة المقاومة ، تعتمد على تقليل الضغط الانتخابي

بالمادة الكيميائية . ونحن هنا نهم في المرتبة الأولى بالتقدم في دراسة ديناميكية المقاومة ، وقياسها حتى تساعدنا في التحكم فيها .

Dynamics of resistance

٢ - ديناميكية المقاومة

من الحقائق الثابتة أن معدل نمو المقاومة ظاهرة تختلف كثيرًا باختلاف الأنواع ، حيث تظهر المقاومة ببطء في بعض الأنواع ، بينما تنمو بسرعة في البعض الآخر . وقد تظهر المقاومة في النوع الواحد بسرعة تحت ظروف معينة وقد تتباطئ ، أو تنعدم تحت ظروف أخرى . ومن المعتقد أن أهم المتطلبات في الكيمياء المستخدمة في مكافحة هي معرفة مدى تأثير زيادة الضغط بالمبيد الحشرى على التعداد المستهدف ، أو بمعنى آخر معرفة مدى أبسط مخاطر حدوث المقاومة في التعداد المستهدف . وقد أشار علماء الوراثة منذ ثلاثين عامًا إلى أن المقاومة عبارة عن ظاهرة تطورية Evolutionary phenomenon . وقد اختير معظم العلماء مدى نمو وثبات وانحدار المقاومة في أنواع حشرية مختلفة ، خاصة البعوض ، والذباب المنزلي . وتظهر حالات المقاومة ، في معظم أنواع الحشرات ، العديد من الخصائص البيولوجية والوراثية ، وقد أصبح من السهل اختبار ديناميكية المقاومة . كما أتاح علوم الحاسبات الإلكترونية كثيرًا من التقدم في سبيل معرفة ، وإلقاء الضوء على أهم العوامل المؤثرة على تطور المقاومة .

وهناك اقتناع كامل بأن تطور المقاومة يحدد بواسطة كثير من العوامل الوراثية ، والبيولوجية ، والتطبيقية والتي تهدد درجة الضغط الانتخاقي تحت الظروف البيئية . وقد قسمت هذه العوامل حديثًا إلى مجموعة من الأقسام هي :

(أ) عوامل وراثية

- ١ - تكرار جين المقاومة .
- ٢ - عدد جينات المقاومة .
- ٣ - سيادة جينات المقاومة .
- ٤ - الانتخاب السابق بالمبيدات الأخرى .
- ٥ - مدى تكامل جين المقاومة مع عوامل البقاء .

(ب) عوامل بيولوجية

- ١ - عوامل بقائية :
- دورة الجيل .
- التعداد في كل جيل .
- نوع التكاثر ، وعدد مرات التزاوج .
- ٢ - عوامل سلوكية :
- الحركة ، والهجرة .

- طبيعة التغذية (قليل العوائل — عديد العوائل) .
- استمرار البقاء ، أو الدخول في طور اليبات .

(ج) عوامل تطبيقية

- ١ — المبيد الكيميائي :
 - طبيعة المبيد الكيميائي .
 - العلاقة مع المبيدات المستخدمة من قبل .
 - ثبات متبقيات المبيد ، ونوع المستحضر .
- ٢ — الاستخدام :
 - الحد المخرج للاستخدام .
 - طريقة الاستخدام .
 - الطور المنتخب .
 - المساحة التي تم فيها الانتخاب .

وتعتبر العوامل الوراثية والبيولوجية عوامل متعلقة بالعشيرة ، وبالتالي فهي خارجة عن سيطرة ، وتحكم الإنسان ، ولكن من الضروري تقديرها لتحديد مخاطر المقاومة على المجموع المستهدف . وعلى العكس .. نجد أن العوامل الخاصة بالتطبيق Operational Factor من صنع الإنسان ، وبالتالي فهي تقع في مجال سيطرته وتحكمه ، ويمكن تعديلها بناءً على مخاطر المقاومة الناجمة عن العوامل الوراثية والبيولوجية .

وقد تؤثر بعض هذه العوامل تحت ظروف خاصة على المقاومة ، لذا يلزم إجراء دراسات خاصة للتوصل إلى الطرق العملية لتنظيم المقاومة . وقد اختيرت الدراسات الحديثة بشكل خاص الدور النافع للأفراد الحساسة التي تهاجر إلى البيئة المعاملة ، وكذلك تأثير الجرعة على سيادة جين المقاومة ، ودور تدهور معدلات متبقيات المبيدات . وقد أعطت هذه الدراسات معلومات مفيدة عن التحكم في المقاومة . ويبقى الوصول إلى هذا الهدف أمراً بالغ الصعوبة نظراً للنقص في النتائج الكمية لمعظم المعايير المخرجة . والمثال الناجح في التوصل إلى التحكم في المقاومة يرتبط بوضع استراتيجية طويلة المدى في ظل المكافحة المتكاملة لقراد الماشية في استراليا . وتتضمن هذه الاستراتيجية استخدام نوع قراد الماشية المقاوم كأساس في مكافحة القراد ، وعمل حبر زراعي دقيق لمنع انتشار القراد المقاوم ، مع مراعاة التوقيت المناسب للمكافحة ، وتخفيف عدد مرات المكافحة بالمبيدات الأكاروسية لتقليل مرات الانتخاب ، واستخدام تركيز عال من المبيد الأكاروسى لتقليل احتمال حياة الأفراد المقاومة .

Resistance Management

٣ — التحكم في المقاومة

يعتبر خفض الضغط الانتخابي وسيلة لتأخير أو تجنب تطور المقاومة ، وتقدم برامج IPM الآن الفرصة لإحداث النقص في الضغط الانتخابي الكيميائي ، وذلك بإدخال وسائل أخرى للمكافحة ،

مثل : الأعداء الحيوية ، وأمراض الحشرات ، والوسائل الزراعية ، ومقلومة العائل النباتي ، وغيرها من الوسائل غير الكيميائية . وقد أشار Brown عام (١٩٧٦) إلى أن استخدام جميع وسائل المكافحة معاً فيما يسمى بالمكافحة المتكاملة — أو التحكم المتكامل — في الآفات يعتبر من أفضل الطرق لخفض مستوى المقاومة . وقد أوضح أن استمرار اعتماد المحاصيل الزراعية على المبيدات الكيميائية حمايتها يتطلب التحكم في استخدام المبيدات .

يعتمد التطبيق الأمثل لبرامج IPM على استراتيجية واضحة لاستخدام المبيدات التي تظهر الآفة تجاهها أقل مستوى من المقاومة ، وتعرف الحساسية للمبيدات في هذه الحالة بأنها استنزاف للوسائل الطبيعية .

وتقع وسائل التحكم في المقاومة تحت ثلاث مراتب رئيسية :

- (أ) التحكم بالاعتدال .
- (ب) التحكم بالتشجيع .
- (ج) التحكم بالمجموع المتعدد .

وقد أدخل اصطلاحاً التحكم بالاعتدال ، والتحكم بالتشجيع بواسطة Sutherland & Comins عام (١٩٧٩) ، للتعبير عن استخدام التباين (تركيزات عالية وتركيزات منخفضة) على العشيرة المستهدفة ، وذلك إما أن تبدل العشيرة المعجز الشديد في جينات الحساسية ، أو تبطلها كلها ، بينما نجد أن اصطلاح الهجوم المتعدد يستخدم لتحريف المعاملة ذات التعدد المباشر للضغط الانتخابي الكيميائي سواء على المدى القصير أو الطويل . ولا تعتبر هذه الوسائل الثلاث بدائل لبعضها البعض ، بل يمكن استخدامها معاً من خلال التكامل . وفيما يلي أهم عناصر استراتيجية التحكم في المقاومة :

(أ) التحكم بالاعتدال

- ١ — خفض الجرعة .
- ٢ — تقليل مرات المعاملة .
- ٣ — استخدام مبيدات لها فترة ثبات يعنى قصير .
- ٤ — توجيه الانتخاب إلى طور الحشرة الكاملة .
- ٥ — المعاملة المحلية ، وتخفيف مستوى التطبيق على نطاق واسع .
- ٦ — ترك مجموعة من الأجيال دون معاملة .
- ٧ — زيادة مستوى الحد الحرج الاقتصادي .

(ب) التحكم بالتشجيع

- ١ — إبطاء مفعول نظم السمية باستخدام المنشطات .
- ٢ — إبقاء جين المقاومة على الحالة المتتية .

(ج) التحكم بالمهجوم المتعدد

١ — مخالط الكيمائيات .

٢ — تغير الكيمائيات .

Management by moderation

(أ) التحكم بالاعتدال

بنيت فلسفة هذه الطريقة على أن جينات الحساسية هي عبارة عن مواد هامة يجب الحفاظ عليها ، ويمكن التوصل لذلك من خلال خفض الضغط الانتخابي . ويمكن توضيح عملية الانتخاب من خلال منحنيات التوزيع التكراري للأفراد الحساسة (ss) ، والمهيمن (Rr) ، والمقاومة (RR) . وعموماً .. نجد أن الجينوتايپ الحساس Genotypes هو الأكثر شيوعاً ، مع وجود حالات نادرة تتنوع على عدم التماثل Heterozygous الخاصة بالمقاومة . ويوجد تكرار جينات المقاومة في عشيرة حقلية غير منتخبة (بناءً على معدلات الطفرات) ما بين ٠,٠٠١ — ٠,٠٠٠١ ، وعموماً .. تطبق المبيدات دائماً بجرعات ممتدة للأفراد الحساسة ، ولكنها تستفي الأفراد المقاومة المحتوية على صفة التماثل ، أو عدم التماثل في المقاومة . وعليه .. نجد أن استمرار الضغط يؤدي إلى تبديل الجينوتايپ جهة المقاومة .

نلاحظ أن لا يتم قتل كل الأفراد الحساسة عند المعاملة بجرعة منخفضة LD₅₀ ، أو أقل حيث يمكن الاحتفاظ بجينات الحساسية بمعدل كاف في العشيرة ، مما يؤخر ظهور المقاومة . ونفس الكيفية .. نجد أن عدم التغطية الكاملة تسمح للأفراد الحساسة بالحياة في المناطق غير المعاملة ، أو ما يطلق عليه Refugia . بالإضافة إلى ذلك .. نجد أن بقاء حد حرج عال من الكثافة العددية للمعاملة بالمبيدات يؤدي إلى تقليل عدد مرات المعاملة ، وبالتالي خفض الضغط الانتخابي الكلي . وقد تبدو وسائل التحكم بالاعتدال غير عملية ، ولكن لو تذكرنا مدى ما يمكن أن تحدثه المقاومة ، فسوف نعيد التفكير مرة ثانية في إمكانية هذه الوسائل التي تحتاج إلى التكامل مع طرق فعالة غير كيميائية .

Management by saturation

(ب) التحكم بالتشبع

يبتأ لا يؤثر التحكم بالاعتدال على الوسائل البيولوجية ، إلا أن مدى انعكاس ذلك الأسلوب على إنتاجية المحصول غير معروف ، كما أن إمكانية بقاء الحشرات الناقلة للأمراض في مستوى كثافة منخفض أمر مشكوك فيه ، لذا ظهرت وسيلة التحكم بالتشبع وهي لا تعني تشبع البيئة بالمبيدات ، بل تعني تشبع نظم المقاومة داخل الحشرة بجرعات من المبيد بحيث يظل مفعولها .. ويمكن تحقيق ذلك بالوسائل التالية :

١ — الإبقاء على جين المقاومة بشكل متنح

Rendering resistant genes functionally recessive

من المعروف أن المقاومة تنمو وتطور بسرعة في حالة سيادة جين المقاومة Dominant ، بينما تنمو



شكل (٢ - ٧) : التغير في تَكَوُّرات الأَفراد الحساسة ، ذات المقاومة غير المتأللة والأَفراد ذات المقاومة المتأللة تحت الضغط الانتخابي المستمر من أ حتى جـ .

يبطء إذا كان جين المقاومة متنحيًا Recessive ، وعليه .. فإن التحكم بالتشيع يهدف إلى الإبقاء على جين المقاومة بشكل متنح ، وذلك باستخدام جرعات عالية من المبيد مميّة لكل من الأَفراد الحساسة ، والأَفراد المقاومة غير المتأللة . وعند قتل الأَفراد التي تحتوي على جينات غير متأللة ، تقل جينات المقاومة ولا تظهر المقاومة . ومن المعروف عدم وجود الأَفراد المقاومة التي تحتوي على جينوتايب متألل في العشائر غير المعاملة ، ويرجع ذلك للانخفاض المتنامي في تكرار جين المقاومة قبل استخدام المبيد ، وعليه .. تعتبر هذه الوسيلة فعالة ضد العشائر غير المنتخبة ، ولا ينصح باستخدامها بعد تمام الانتخاب . كما تعتبر هذه الوسيلة عملية عندما تستخدم جرعات عالية من المبيد ، تتميز بقدرتها على التحلل السريع ، أو قلة سميتها للثدييات ، مثل : مشابهات هرمون

الشباب ، أو توكسينات البكتيريا . ولعل الحاجة قد أصبحت ماسة الآن لاستحداث وسائل أخرى للتطبيق ، يمكن من خلالها استخدام تركيزات عالية من المبيد تصل إلى الآفة المستهدفة فقط ، مثل : استخدام المبيدات الجهازية ، أو الجاذبات ، أو استخدام المبيد في كبسولات صغيرة .

٢ - إبطال فقد مفعول السم بالانشطات Suppression of detoxication by synergists

تعمل المنشطات على تثبيط فعل الإنزيمات المحدثة لفقد السمية في المبيدات ، وبالتالي تعمل على خفض الميزة التخصصية للأفراد في إنتاج مثل هذه الإنزيمات . وقد عرفت هذه الميزة الحيوية للمنشطات عند استخدام مركب Chlorfenthol كمنشط مع الـ D.D.T ، حيث يعمل كمثبط منافس لإنزيم Dehydrochlorinase ، بينما أدى الانتخاب تحت ظروف المعمل باستخدام الكارباميل مع البيرونيل بيوتوكسيد (كمثبط لإنزيمات الأكسدة Oxidases) إلى النمو المرتفع للمقاومة تجاه المخلوط .

ويعتمد استخدام المنشطات في وقف المقاومة على غياب النظام الميكانيكي البديل والفعال لإظهار المقاومة في العشيرة المستهدفة . وقد عولمت حديثاً سلالات بعوض الكيولكس ذات المقاومة المرتفعة لبعض المبيدات الفوسفورية العضوية . ولم ينجح استخدام البيرونيل بيوتوكسيد في مخلوط من هذه المبيدات التي تتميز بمشابهتها للأركسون في إظهار التنشيط ، مما يوضح أن المقاومة لاتعزى إلى إنزيمات Oxidases . وفي المقابل .. تعمل المعاملة بمخلوط من مبيط الإستريز (DEF) على خفض المقاومة للمستوى الموجود في السلالة الحساسة ، وذلك يبرهن على أن هذه السلالة تحتوي فقط على الإستريزات كنظام ميكانيكي مقاوم .

وقد ظهرت حديثاً بعض مبيطات نظم المقاومة ، مثل : IBP (Kiazin-P) وهو عبارة عن مبيد فطري يستخدم في مكافحة مرض ذبول الأرز Rice blast ، وله القدرة على التنشيط القوى للملائيون في السلالات المقاومة لهذا المبيد ، وذلك من خلال قدرته على تثبيط إنزيم Carboxyl esterase . كما يظهر الفعل التنشيطي الضعيف للـ IBP مع المبيدات التي لا تحتوي على مجموعات كربوكسيل إستر . ويوضح ذلك أن هذا المنشط قد يبط طرق فقد السمية الأخرى ، مثل : GSH-S- transferase ، أو Phosphotriesterase . وسوف تتم مناقشة التعرض لهذه المنشطات فيما بعد تفصيلاً .

Management by multiple attack

(ج) التحكم بالهجوم المتعدد

تهدف هذه المجموعة من الوسائل الكيميائية إلى الوصول للمكافحة من خلال الفعل المتعدد المستقل . وقد يكون أى ضغط انتخابي لإحدى هذه الوسائل أقل من الحد اللازم لتطور وغمر المقاومة . وتنشأ الفكرة من التأثير على أهداف متعددة Multi-site action بواسطة السموم التي استخدمت قديماً ضد الحشرات ، وأمراض النبات ، مثل : الزرنيخات ، وكبريتات النحاس ، وبالرغم من أن هذه المركبات الكيميائية ليست منيعة تماماً ضد إظهار المقاومة ، إلا أن استمرار استخدامها لفترة طويلة يرجع إلى تأثيرها على أكثر من نظم بيوكيميائي . وبالطبع لا يمكن الرجوع مرة ثانية إلى استخدام الزرنيخات في المكافحة . ولكن يحتر استخدام مخاليط المبيدات ، ودورة

التطبيق من وسائل التأثير على أهداف متعددة . كما تعبر المخاليط ، والدورات من الوسائل التي تعمل على خفض مدة الضغط الانتخاني .

Insecticide mixtures

١ - مخاليط المبيدات

يفترض استخدام المخاليط كوسيلة مضادة للمقاومة Anti-resistance ، ويلاحظ أن ميكانيكية المقاومة تختلف باختلاف المجموعات الكيميائية ، كما توجد بمعدل تكرارى منخفض ، فضلاً على أنها لا توجد معاً في أى فرد من أفراد العشيرة .

وهناك بعض المتطلبات التي يلزم توافرها حتى يكتب للمخلوط النجاح ، حيث يقلل الفعل التنشيطي بين مكونات المخلوط ميزة الاختلاف بين الأفراد ، والتي تظهر المقاومة ، وتسرع بالتالى من درجة نجاح المخلوط . ولهذا الفعل ميزات اقتصادية ، فقد أشار Nolan & Roulston عام ١٩٧٩ إلى أن التجارب الحقلية ضد قراد *Blattella germanica* باستخدام مخلوط من Pyrethroid ، Ethion تحتاج فقط إلى جرعة LD₅₀ ، LD₂₅ من كل من مكونات المخلوط على الترتيب ، حتى تعطى إبادة كاملة ، بالإضافة إلى وجوب تشابه معدل تحلل مكونات المخلوط ، وضرورة تميزه بثبات يثنى قصير ومتساو . ويجب أن يبدأ استخدام المخلوط مبكراً ، وقبل أن يتم انتخاب المقاومة لإحدى مكونات المخلوط . وذلك على الرغم من أن هذا المطلب غير عملي ، خاصة إذا كان المخلوط مكوناً من زوج من المركبات لهما ارتباط سلبي في السمية Negatively correlated toxicity ، أى أن المقاومة لإحدى مكونات المخلوط تكون مصحوبة بالإسراع من حساسية المكون الآخر ، والعكس صحيح .

وقد عرف استخدام المخاليط ضد أكثر من آفة منذ فترة طويلة ، إلا أنه لم يدرس مدى تأثير المخاليط على تأخير المقاومة بالقدر الكافى . ويجب أن يكون واضحاً أن فكرة المخاليط كمشبكات ، أو مانعات للمقاومة تحتاج إلى دراسات واسعة عن كيفية اختيار المركبات ، والمستحضرات ، وطريقة المعاملة . وقد يكون لاستخدام المخاليط تأثيراً إيجابياً أو سلبياً أو عدم التأثير على المقاومة ، وقد ظهر في حالات قليلة أن استخدام مكونات مخلوط مختلفة في طريقة فعلها ، أو نظم قدها للسمية يؤدي إلى تأخر واضح لمستوى نمو وتطور المقاومة .

وقد درس حديثاً الاستخدام المشترك للكيميائيات باستخدام ثلاثة مبيدات موصى بها تتميز بقلّة مقاومتها المشتركة وهى : Permethrin ، Propoxur ، Temephos . وقد أجريت هذه الدراسة على بعوض الكيولكس *Culex quinquefasciatus* ، والذي يحتوى على جين المقاومة لكل من المركبات الثلاثة بمعدل تكرارى منخفض (٠,٠٢) بعد ستة أجيال من التربية ، وتعريضها بعد ذلك لضغط انتخاني لكل من المركبات الثلاثة منفصلة ، أو في مخاليط زوجية . وبعد الجيل التاسع تم انتخاب كل عشيرة بمبيد واحد ، وأظهرت كل عشيرة مقاومة عالية لهذا المركب . وبما يؤكد ذلك أن الجينات المسؤولة عن المقاومة (R) قد ظهرت عند استخدام مبيد واحد ، بينما أظهرت المخاليط بعض المقاومة فقط تجاه الـ Propoxur حينما كان هذا المبيد إحدى مكونات المخلوط . وقد توقعت المقاومة تجاه كل من Permethrin ، Temephos مع المخاليط والجرعات المستخدمة .

وتظهر أفضلية استخدام المخاليط لمكافحة الملائمة ، وذلك عند تطبيق المبيدات عديدة الصلة في قطاعات مختلفة تشبه التبع أو البقشة Mosaic ، أو في شكل مقاطع Grid ، وهذا بهدف تجنب انتخاب العشرة بنفس نظام المقاومة الميكانيكي في كل المناطق المعاملة ، وعليه .. فإن الحشرات التي لم تقتل وتنجح في الهجرة إلى منطقة أخرى سوف تقتل عند تعرضها للمبيد المستخدم في المنطقة المجاورة . وتعتمد هذه الاستراتيجية على معدلات الهجرة العالية بين القطاعات المختلفة . ويمكن رش كل حائط ، داخل المنازل ، بمبيد مختلف .

Insecticide rotation

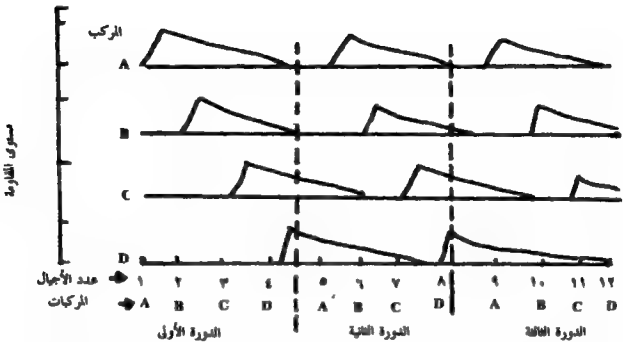
٢ - دورات المبيدات

تفترض فكرة دورة الكيمائيات كوسيلة مضادة للمقاومة أن للأفراد المقاومة للمركب الكيميائي كفاءة حيوية منخفضة عن الأفراد الحساسة . وعليه .. ينخفض تكرارها خلال الفترات بين تطبيق هذا المركب . وهناك الكثير من الدراسات التي توضح انخفاض الكفاءة الحيوية في الكثير من مفصليات الأرجل المقاومة للمبيدات ولكنها حالة غير ثابتة ، إذ قد يتحسن مستوى الكفاءة باستمرار الانتخاب من خلال ما يسمى بالتأقلم المشترك Co-adaptation .

ويوضح شكل (٢-٨) التسجيل المفترض في الأفراد الحساسة المعرضة لأربع مواد كيميائية مستخدمة في دورة ما ، حيث ترتفع المقاومة للمركب (أ) ببطء في الجيل التي عوملت فيه ، ثم تنخفض بالتدريج خلال الأجيال الثلاثة التالية ، والتي لم يتم فيها المعاملة ، ثم ترتفع مرة ثانية في الجيل الخامس عند معاملة المركب مرة ثانية ، ولكنها تنخفض مرة ثانية في الأجيال (٦، ٧، ٨) . ويظهر نفس الشكل أو الاتجاه للمركبات (أ، ب، ج، د) . ومن الضروري عمل توليفة خاصة بالتتابع الأمثل للمبيدات ، وتحديد المرحلة التي يتم فيها التغيير . وكما في حالة المخاليط .. فإن فكرة دورات المبيدات تحتاج إلى عدد من الكيمائيات لا تظهر مقاومة مشتركة لبعضها .

لاحظ Heather عام ١٩٧٩ أن نجاح استخدام المدخنات لمكافحة آفات الحبوب المخزونة يكون نتيجة لتبادل الوسائل الكيميائية غير المرتبطة . وأشار إلى أن طول فترة استخدام المدخنات أبداً من ظهور المقاومة للملائمة المستخدم ضد الحبوب في المزرعة . كما أشار Kantack وآخرون عام (١٩٧٦) إلى نجاح الدورة بين الكاربوفينوران ، والمبيدات الفوسفورية العضوية على أساس سنوي في وقف نمو المقاومة للكاربامات .

وفي الدراسات الأولية ، التي انتخبت فيها ثلاث سلالات بواسطة Temephos ، Propoxur ، Permethrin لوحظ وجود معدلات مختلفة ضعيفة من فقد المقاومة عند إبعاد هذه السلالات عن الضغط الانتخابي ، كما انخفضت المقاومة للثيميفوس بسرعة ، بينما انخفضت ببطء مع البروبوكسر . أما مقاومة اليرمين فقد انخفضت بمعدل متوسط . وتوضح هذه النتائج أن معدل الانعكاس تجاه الحساسية قد يرجع إلى جين المقاومة نفسه .



شكل (٢ - أ) : الأساس الافتراضي للتغير في حساسية التعداد للألفة التي عرّضت لأربع مواد كيميائية غير مرتبطة ببعضها خلال دورة معينة في الأجيال المتعاقبة .

وقد تلت ذلك دراسة دورة انتخاب التيمفوس ، والبرويوكسر ، واليرمثرين ضد تحت سلالات من السلالة الأصلية ، وذلك مع التتابعات الست الممكنة ، كما انتخب كل تحت سلالة بثلاثة مركبات خلال دورة كاملة . وفي كل حالة يتم التغير للمركب التالي بعد حوالي ٥ أجيال من الانتخاب ، أو عندما تظهر المقاومة لإحدى المركبات المستخدمة . ولعل الانحدار السريع للمقاومة لكل من التيمفوس ، واليرمثرين ، من أهم الملاحظات التي ظهرت من هذه الانتخابات عندما يتم الانتخاب بإحدى هذه المركبات بعد المركب الآخر . وعليه . تتحدر مقاومة التيمفوس بسرعة عندما يحل اليرمثرين محل التيمفوس كعامل منتخب Selecting agent ، والعكس صحيح . ويظهر هذا الانحدار بسرعة أكثر مما سبق في السلالات التي تبعد تمامًا عن الضغط الانتخابي . ولا تظهر هذه العلاقة الحسائية بين البرويوكسر ، واليرمثرين ، أو بين البرويوكسر والتيمفوس . وقد يعرف الانحدار السريع لمقاومة التيمفوس خلال الانتخاب باليرمثرين على أنه صورة من المقاومة المشتركة السلبية لليبرثرويدات تجاه الحشرات المقاومة للبيزيدات الفوسفورية العضوية .

من المعروف أن التوصية بحلول لمشكلة المقاومة عملية بالغة التعقيد ، إذ أنها تدخل في الاعتبار العوامل الوراثية ، والبيولوجية ، والبيئية المؤثرة على العشائر الطبيعية . وهناك العديد من الوسائل التكتيكية التي يمكن استخدامها لتأخير المقاومة كتنصير هام ورتيسى في برامج IPM . وتشمل هذه الوسائل التكتيكية الاعتدال Moderation في استخدام المبيدات ، مع أن هناك بعض الاستراتيجيات التي توصي بالاهتمام بعناصر التشبع Saturation ، والهجوم المتعدد Multiple attack للحد من المقاومة . ولعل فكر استخدام المبيدات في مغاليط ، أو دورات ، أو تتابع نموذجي قد تكون محددة في حالات كثيرة باعتبارات اقتصادية وتطبيقية . وعند استخدام وسائل المكافحة على نطاق واسع ، وبنوع من التنظيم المركزي ، فقد يكون لهذه العناصر ميزات واضحة كوسيلة لتأخير تطور المقاومة ، خاصة عند دخولها ضمن عناصر IPM . ولعلنا الآن في ميسس الحاجة إلى أنواع جديدة من السموم Toxophores ، مثل : المواد الكيميائية ذات الأصل الطبيعي . كما أننا في حاجة إلى منشطات جديدة تعمل على وقف المقاومة . وفي حالة اكتشاف سموم جديدة يجب أن يتم اختبارها على سلالات قياسية تمثل النظم ، والتقنيات السائدة في المقاومة . ومن خلال درجة الإسراع في انتخاب العشائر المثلثة يمكن تقدير نوع ومستوى المقاومة لهذه الكيميائيات . ويحتاج الأمر إلى اختبارات بيوكيميائية وتوكسينولوجية بسيطة لإظهار مستوى المقاومة لكل نوع من المبيدات ، ذلك المستوى المبني على معرفة نظم المقاومة . ولعل الدراسات الحديثة لاكتشاف اختبارات بسيطة تمكننا من تقدير فقد سمية المبيدات الفوسفورية بفعل Detoxifying esterases ، أو انخفاض حساسية إنزيم الكولين إستريز ، فتتم الطريق لمعرفة جينات المقاومة ذات التكرار المنخفض .

كما يجب أن تتجه الدراسات نحو الجديد في مستحضرات المبيدات ، وتقنية طرق المعاملة للوصول إلى الجرعة المؤثرة التي يمكن وضعها على الهدف في حالة تشبع Saturation . ومن هنا تلزم دراسة إمكانية استخدام مغاليط المبيدات مع الجاذبات ، والمبيدات مع المنشطات بمعدل يعطى تأثيراً مثالياً ، بالإضافة إلى تميزه بخصائص ثابتة تعمل على التخلص من الانتخاب لفترة طويلة ، وذلك على العشرة المستهدفة .

وعموماً .. فإن أى استراتيجية للتحكم في المقاومة تحتاج إلى جهد إشرافي دقيق يشمل استخدام المبيد وتسويقه . وهناك بعض الاستراتيجيات التي توقف ، أو تضاد المقاومة ، والتي قد تتميز بالمنفعة على المدى القصير . وعلى أية حال ... فسوف تظل ظاهرة المقاومة هي التحدى الحقيقي للإنسان في مكافحة الآفات في المستقبل القريب والبعيد .

الفصل الثالث

اساسيات التحكم المتكامل في مقاومة الآفات

أولاً : مقدمة

ثانياً : الخطوط الإرشادية لبرامج التحكم المتكامل للآفات

ثالثاً : اساسيات نظام التحكم المتكامل للآفات

رابعاً : وسائل المكافحة في إطار التحكم المتكامل للآفات

الفصل الثالث

أساسيات التحكم المتكامل في مقاومة الآفات

Principles of Integrated Pest Management

أولاً : مقدمة

يعنى التحكم المتكامل للآفات (IPM) ، اختيار Selection ، وتكامل Integration وسائل مكافحة الآفات ، والتي تعتمد على تنابع عمليات التنبؤ الاقتصادى ، والاجتماعى ، والبيئى . وقد عُرِفَتْ منظمة الأغذية والزراعة (FAO) عام ١٩٧٣ ، المكافحة المتكاملة للآفات بأنها أسلوب أيكولوجى شامل ، يستخدم أنواعاً مختلفة من تقنيات ، وتكنولوجيايات المكافحة ، مع التوفيق فيما بينها ضمن نظام مدروس يحقق سياسة التحكم فى تعداد الآفات . ويسعى نظام التحكم المتكامل للآفات إلى الاستفادة القصوى من الوسائل الطبيعية ، والموجودة فعلاً للمكافحة مثل : (الظروف الجوية — مسببات الأمراض — المفترسات — الطفيليات) ، بالإضافة إلى استخدام وسائل المكافحة الزراعية ، والحيوية ، والكيميائية ، مع الاستعانة بكل ما يؤدى إلى إحداث تغير ، أو تحويل فى وسط معيشة الآفة الدقيق Habitat .

وتهدف وسائل المكافحة التطبيقية ، والتي يتدخل فيها الإنسان إلى محاولة حفظ تعداد الآفة إلى حد أقل من مستوى الضرر الاقتصادى . ويتم تقدير هذا المستوى بالفحص الدورى لمستوى الإصابة الحيوية وتكاليف المكافحة البيئية ، والاجتماعية ، والاقتصادية . وحتى تحقق هذه المكافحة أكبر قدر من الفعالية — ينبغى تحديد مستويات الحد الاقتصادى المخرج للإصابة بطريقة واقعية ، حتى يتسنى تحديد مدى الحاجة لإتخاذ إجراءات المكافحة ، وفى نفس الوقت ينبغى إتخاذ كل إجراء ممكن لحماية العوامل الطبيعية التى تقضى على الآفات والمحافظة عليها . وعندما تكون هناك حاجة إلى إتخاذ إجراءات غير طبيعية للمكافحة ، (مثل : المعاملة بالمبيدات ، وإطلاق الطفيليات أو المفترسات ، أو رش مسببات الأمراض ، فإنه من الواجب تطبيق هذه الإجراءات بطريقة انتقائية بقدر الإمكان ، وبشرط توفر المبررات الاقتصادية والبيئية لاستخدامها . والمهدف النهائى لأسلوب المكافحة المتكاملة هو الحصول على أكبر عائد ممكن بأقل تكاليف ممكنة ، مع مراعاة القيود البيئية والاجتماعية فى كل نظام بيئى ، ومراعاة المحافظة على البيئة على المدى الطويل .

ثانياً : الخطوط الإرشادية لبرامج التحكم المتكامل للآفات

Guidelines for IPM Programs

حدد Huffaker عام ١٩٧٢ ، Apple عام ١٩٧٧ الخطوط الإرشادية العامة لبرامج التحكم المتكامل للآفات . وهناك صعوبة كثيرة لوضع تعليمات إرشادية واضحة ومطلقة ، نظراً لوجود العديد من المتغيرات ، مثل : مدى توافر المختصين ، والتركيب الآلى وتقنياته ، والأهمية الاقتصادية لكل من الآفة والمحصول العائل . وفيما يلي أهم الخطوط الإرشادية العامة التى يمكن الالتزام بها عند تنظيم تعداد أية مجموعة من الآفات .

(١) تحليل حالة الآفة وتقدير الحد الحرج للإصابة بالآفات الخطيرة

يجب فهم العلاقة بين مستويات الإصابة بالآفات ، وبين الفقد فى المحصول ، حتى يمكن وضع برنامج مستنير لمكافحة الآفات . والنظرة العامة للمجتمع البشرى تعتبر أن أى فقد فى المحصول هو فقد حقيقى ، إلا أن تكاليف تحقيق الإنتاجية الكامل للمحصول قد تتعدى قيمة الربح المتوقع من ذلك . وعلى ذلك فمن الضروري تحديد الحدود الاقتصادية ، أى الحد الأقصى من الآفات ، والذي يمكن تحمله فى وقت معين ، وفى مكان معين دون أن يسبب ذلك فقداً اقتصادياً للمحصول . ويعتبر المنتج الزراعى أن التخفيض الجزئى فى كمية المحصول الناتج ، أو نوعيته خسارة اقتصادية . ويتوقف تقديره سواء أكان محسوباً أم بديهيّاً على عوامل عديدة ، منها : تكاليف وقاية المحصول ، وتكاليف تجنب الفقد المحتمل ، وظروف التسويق السائدة ، والاستفادة النهائية من المحصول . وحتى يتسنى إصدار حكم دقيق ، فإنه من الضروري أن تفهم العوامل الاقتصادية المتداخلة من ناحية ، والأضرار التى يمكن أن تسببها أنواع الآفات من ناحية أخرى .

قد تعرض النباتات للإصابة بالعديد من الآفات الخطيرة فى وقت واحد . ومنها ما يصيب النباتات على فترات منتظمة ، وبشكل حاد ، بحيث يمكن التنبؤ بالإصابة قبل وقوعها . ويطلق عليها اسم الآفات الخطيرة أو الرئيسية Key pests وهى تختلف عن تلك الآفات التى تظهر بشكل خطر ، ولكن فى فترات غير منتظمة وتسمى الأخيرة بالآفات العرضية Occasional pests . ويمكن القول بأن الآفات الرئيسية تفتقر إلى وجود أعدائها الحيوية بشكل مؤثر .

لابد من معرفة وتحديد مستويات الإصابة للآفة قبل وضع استراتيجية للتحكم المتكامل لها ..
وفيما يلي تعريف للمدلول هذه المستويات :

General Equilibrium position (EP)

(أ) وضع الاتزان العام

وهو عبارة عن متوسط الكثافة العددية للآفة خلال فترة طويلة من الزمن ، مع غياب جميع العوامل المتغيرة فى البيئة . ويتفاوت تعداد الآفة حول هذا التوازن تبعاً لدور العوامل المؤثرة ، مثل : الطفيليات ، والمفترسات ، والأمراض .

وقد عُرف هذا المستوى بواسطة العالم Headley عام ١٩٧٢ ، بأنه عبارة عن تعداد الآفة الذي يحدث مستوى من الضرر يعادل تكاليف منع هذا الضرر . وعرفه Stern وآخرون عام ١٩٥٩ بأنه أقل كثافة عددية للآفة تسبب ضرراً اقتصادياً ، أو هو الحد الأدنى للآفة الذي يحدث عنده الضرر الاقتصادي للمحصول . ويعني ذلك مقدار الضرر الذي يعادل تكاليف عمليات مكافحة التطبيقية . وعلى ذلك .. فإن الضرر الاقتصادي قد يتغير من منطقة لأخرى ، ومن موسم لآخر كما قد يتغير مع تغير القيم الاقتصادية لمعيشة الإنسان .

يمكن التوصل لمعرفة حد الضرر الاقتصادي بالاستناد إلى الشواهد الميدانية ، أى بالاستنتاج من التجارب الماضية مع الآفة . ولكن يجب إجراء عمليات مراجعة مستمرة للمستويات التي توضع بهذه الطريقة ، وتعديلها بما يطرأ من تغيرات على المعاملات الزراعية ، ووفقاً للمعلومات الناتجة عن الملاحظة المستمرة وعن التجارب التي تجري لهذا الغرض .

وهناك عدة طرق ممكنة لتقدير الخسائر . وتقوم إحدى هذه المقارنة بين محصول مجموعات من النباتات تعامل معاملة متألثة من كافة النواحي . باستثناء أن بعضها يحتفظ به بطريقة ، أو بأخرى خالياً من الإصابة بالآفة موضع الدراسة ، بينما يترك البعض الآخر معرضاً للإصابة العادية بهذه الآفة .

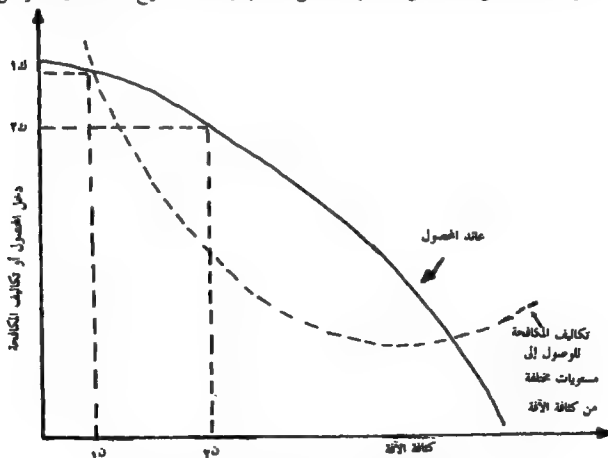
ومن المهم إدراك أن الفقد الاقتصادي للمحصول لا يتوقف على مدى إصابته بالآفة فقط ، بل يتوقف أيضاً على رد فعل النبات لهذه الإصابة . وبالإضافة إلى دراسة مدى تعداد الآفة ، وتركيب الأعمار المختلفة في أعدادها ، وفرة الإصابة بها ، فلا يجب إهمال نواحي أخرى ، مثل : طور النبات ، ووقت التعرض للإصابة ، ومدى وجود أجزاء زائدة من النباتات .

ونظراً لتنوع آثار العوامل المسببة للفقد الاقتصادي ، فإن الأمر يتطلب عادة القيام بتجارب على المدى الطويل للتعرف على الحد الاقتصادي على ضوء شدة الإصابة ، وبالإضافة إلى ذلك .. يسمح التقييم الطويل المدى للفقد الاقتصادي في القطع المتروكة دون معاملة بفرض المقارنة للدراسات بتحديد مستويات الإصابة ، والفقد تحت الظروف الطبيعية . كما أن البيانات التي يتم الحصول عليها في مثل هذه التجارب توفر مقارنة مفيدة يمكن الرجوع إليها ، لتقدير مدى فعالية الإجراءات المختلفة للمكافحة التي يجري اختبارها في القطع المجمورة في نفس الوقت . وعلى سبيل المثال .. فإن تقدير المحصول الفعلي ، والفقد الاقتصادي في القطع المعاملة بمبيد كيميائي معين ، بالمقارنة مع القطع غير المعاملة بالمبيد يمكننا من قياس مدى فعالية المبيد عند مستوى معين من الإصابة .

ويعرف بأنه الكثافة العددية للآفة التي يجب عندها إجراء عملية المكافحة لمنع تزايد تعداد الآفة إلى مستوى الضرر الاقتصادي . ويكون الحد الحرج الاقتصادي للإصابة عادة أقل من مستوى الضرر الاقتصادي ، حتى يعطى الوقت الكافي للإعداد ، وتنفيذ عمليات المكافحة المطلوبة ، وحتى يسمح

كذلك بإظهار نتيجة تطبيق طرق المكافحة قبل وصول الكثافة العددية للآفة إلى مستوى الضرر . ويمثل الشكل (٣ - ١) الحد الحرج للإصابة بآفة ما . ويلاحظ انخفاض صافى دخل المحصول ، مع زيادة الكثافة العددية للآفة لمستوى أعلى من الحد الحرج ، أو المستوى الآمن (ن) . وتمثل تكاليف المكافحة الخط المنكسر المنقطع للوصول إلى مستويات مختلفة لكثافة الآفة . والحد الحرج الاقتصادى (ن*) هو كثافة الآفة ، (أو كمية الضرر على المحصول) ، التى تكون عندها الزيادة فى تكاليف المكافحة مساوية للزيادة فى عائد المحصول . ومع زيادة مستوى الإصابة عند هذا الحد يفشل المزارع فى تحقيق أية إضافة اقتصادية نظرًا للتكلفة العالية لعملية المكافحة . وإذا تمت عملية المكافحة بنجاح عند الحد الآمن ، أو الضرر الآمن (ن١) ، فلن تحدث أية أضرار . ومع هذا لا يمكن تبرير عملية المكافحة عند هذا الحد .

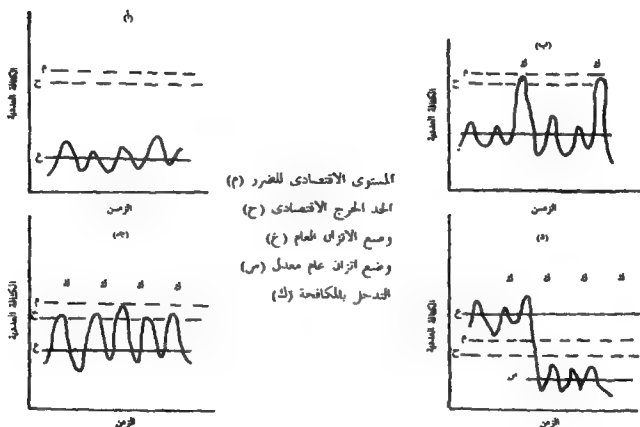
ويعتبر مفهوم الحد الحرج الاقتصادى أكثر تعقيدًا من المثال السابق ، حيث إن هناك عددًا من العوامل المتحكم فى تقدير هذا الحد . إن هذه العوامل متداخلة ومتصلة بشكل معقد ، ومنها ما يرتبط بالمحصول من حيث قيمته (كميًا ونوعيًا) ، أو بالظروف البيئية ، أو بتكاليف المكافحة ، أو بقدرة المزارع على المخاطرة فى إجراء أو عدم إجراء عملية المكافحة . بالإضافة إلى ذلك .. فإن تقدير الحد الحرج الاقتصادى يصبح عملية صعبة للغاية عند ظهور شكل معقد من الآفات (آفات حشرية - حشائش - أمراض نبات) لا يصل أيا منها إلى الحد الحرج الاقتصادى .. ولكن



شكل (٣ - ١) : الحد الحرج الافتراضى Hypothetical Economic Threshold .

وجودها معاً قد يكون له تأثير إضال وتشتيت على مستوى الإصابة . ويجب أن تلقى هذه النقطة مزيداً من الاهتمام في المستقبل .

وفيما يلي ، الأوضاع النسبية لكل من مستوى الضرر الاقتصادي (EIL) ، والحد الحرج الاقتصادي (ET) ، ووضع الاتزان العام (EP) لحشرة لا تعتبر آفة (شكل «أ») ، وآفة عرضية (شكل «ب») ، وآفة دائمة (Perennial pest (شكل «ج») ، وآفة خطيرة (Severe pest (شكل «د» (٣ - ٢) .



شكل (٣ - ٢) : الأوضاع النسبية لكل من مستوى الضرر الاقتصادي والحد الحرج الاقتصادي ووضع الاتزان العام لحشرات متفاوتة الضرر

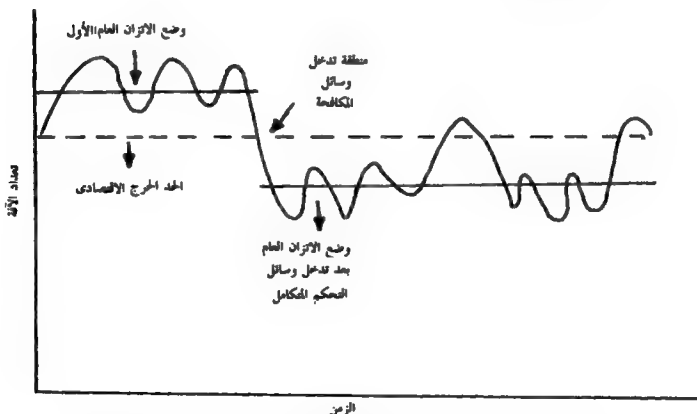
٢ - ابتكار وسائل تعمل على خفض أوضاع التوازن في الآفات الخطيرة

تختلف الآفات الرئيسية Key pests في شدة إصابتها من عام لآخر ، ويتميز متوسط كثافتها (وضع الاتزان العام) بأنه يزيد دائماً عن الحد الحرج الاقتصادي . ويهدف سبل التحكم المتكامل للآفات إلى تخوير البيئة ، لتقليل مستوى الاتزان العام للآفة إلى مستوى أقل من الحد الحرج الاقتصادي كما هو موضح في الشكل (٣ - ٣) ... ويمكن أحداث هذا الخفض بثلاث وسائل مجتمعة ، أو منفردة ، هي :

- ١ - إدخال ، وأقلمة ، ونشر الأعداء الحيوية للمناطق التي لم تتواجد فيها من قبل .
- ٢ - استخدام أصناف نباتية مقاومة للآفات .

٣ - تخوير أو تعديل بيئة الآفة ، لزيادة فاعلية وسائل المكافحة البيولوجية ، أو القضاء أماكن اختباء الآفة ، أو أماكن تغذيتها ، وكذا أماكن وضع البيض ، وذلك باستخـذ دورات زراعية مناسبة ، أو القضاء على مخلفات المحاصيل ، أو الإزالة الميكانيكية للحشائش ، واستخدام مقننات نموذجية للرعى .

وقد تعمل وسائل التحكم في الآفة دون قصد على زيادة كثافتها ، مثل : تكرار المعاملة بالمبيدات الحشرية على المحصول ، مما يؤدي إلى القضاء على الأعداء الحيوية للآفة ، وبالتالي زيادة مستوى وضع الاتزان العام للآفة .



شكل (٣ - ٣) : خفض وضع الاتزان العام بعد تدخل وسائل التحكم المتكامل للآفة .

٣ - البحث عن سبل علاجية تحدث أقل خلل يبنى أثناء الحالات الطارئة

يؤدي استخدام أفضل التوليفات من العناصر الثلاثة الأساسية المكونة لنظم التحكم المتكامل للآفات ، (الأعداء الحيوية - الأصناف النباتية المقاومة - التعديل أو التحوير البيئي) ، إلى عدم الحاجة لاتخاذ خطوات أخرى تجاه الآفة مجال المكافحة إلا في بعض الظروف الاستثنائية . ويمكن القول عموماً بأن المكافحة الدائمة للآفات الرئيسية على بعض المحاصيل الزراعية تتحقق بتكامل العمليات الزراعية ، والمحافظة على الأعداء الحيوية . وعندما تظهر موجات وبائية شديدة للآفة الرئيسية ، أو الآفات الثانوية فلا بد من التدخل باستخدام المبيدات ، مع ضرورة اختيار المبيد المتخصص ، والجرعة المناسبة ، والتوقيت المناسب للمعاملة ، حيث يؤدي الاهتمام بهذه المعايير إلى تقليل الخلل في التوازن الطبيعي .

٤ - ابتكار وسائل تحذيرية

تعتبر عملية التنبيه ، أو التحذير من أهم الملامح الإرشادية في نظام التحكم المتكامل للآفات ، حيث يتميز تعداد الآفات بالتغير الشديد . فقد يتضاعف تعداد آفة ما في منطقة معينة في يوم واحد أو أقل . وقد ينخفض تعداد نفس الآفة بين يوم وآخر بمعدل واضح . ونظراً للتغير الثابت في الظروف الجوية ، ونمو المحاصيل ، والأعداء الحيوية ، والعوامل الأخرى المؤثرة على نمو تعداد الآفة ، فلا يمكن تحديد التوقيت المناسب للتطبيق بوسائل المكافحة المتاحة . لذا .. تعتبر عملية التحذير من أهم العمليات التي تحتاجها المكافحة ، وهي تعتمد على كيفية السيطرة على النظام البيئي ، وعلى نوع الآفة مجال المكافحة ، وكذا الظروف البيئية والموارد الاقتصادية . وقد تستخدم المصائد الضوئية ، ومصائد الجاذبات الجنسية لمعرفة تعداد بعض الآفات في منطقة ما . وتستخدم النظم التحذيرية للإصابات بالآفات المختلفة ، في الوقت الحالي ، العقول الإلكترونية بعد إمدادها بالمعلومات الخاصة بكثافة الآفة ، وكثافة الأعداء الحيوية ، والظروف الجوية ، وحالة النبات ، وغيرها من العوامل الأخرى المؤثرة . وتقوم هذه الأجهزة بتحليل هذه المعلومات مع اقتراح الخطوة التالية التي ينصح باتخاذها لتصحيح هذا الخلل القائم في التوازن الطبيعي .

ثالثاً : أساسيات نظام التحكم المتكامل للآفات

Principles of Integrated Pest Management

تعتمد فلسفة نظام التحكم الكامل على العناصر الآتية

١ - استمرار وجود الآفة بمستوى آمن

Pest will Continue to exist at tolerable level

تعتمد وحدة نظام IPM على وجود الآفة في مستوى آمن ، أو غير ضار اقتصادياً . فقد يكون استمرار تواجد بعض الآفات بمستوى منخفض من المفيد حتى يمكن استمرار بقاء المصادر الغذائية ،

أو أماكن التزاوج والاختباء للأعداء الحيوية . وقد يؤدي القضاء على الآفة بشكل تام إلى ظهور تغيرات جانبية ضارة في النظام البيئي .

٢ - اعتبار النظام البيئي وحدة التحكم

The ecosystem is the management unit

تميش أفراد أى كائن حى في شكل عشيرة Population ، وتتجمع عشائر الأنواع المختلفة في شكل مجتمعات Community . ويتأثر المجتمع بظروف أو عوامل البيئة الطبيعية . ويطلق على هذا النظام الذى يشتمل على عوامل حيوية ، ولاحيوية اسم النظام البيئي Ecosystem . ويشمل هذا النظام المعقد في دراستنا جميع أنواع الحشرات ، والحلم ، النافع منها والضار ، وأمراض النبات ، وأعداء الحشرات الطبيعية ، والأنواع المنافسة لها ، والمحاصيل ، والحشائش ، والتربة ، والعوامل البيئية المتحركة في تغير الظروف البيئية كالحرارة والرطوبة .

وقد يسبب أى تعديل ، أو تغير في النظام البيئي مشاكل من جانب ، بينما قد ينظم ويحكم في تعداد بعض الآفات من جانب آخر . وعلى سبيل المثال .. فإن استحداث صنف نباتى جديد ، أو إدخال نبات جديد في الدورة الزراعية ، أو تغير السماد ، أو تعديل مسافات الزراعة ، أو نظام الري ، أو استبدال المبيد المستخدم قد يؤثر من الجانب الآخر على حالة الآفة التى تصيب المحصول ، أو مجموعة من المحاصيل الداخلة في النظام البيئي للزراعة . وقد تؤثر هذه الوسائل المستحدثة على القدرة التناسلية للآفة الضارة ، ولكنها في نفس الوقت قد تسمح بظهور آفات جديدة ضارة لم تكن لها أية أضرار اقتصادية من قبل . لذا .. يسمى نظام IPM إلى خفض تعداد الآفة إلى المستوى الآمن ، مع تجنب إحداث أى خلل في النظام البيئي . ومن هنا.. فإنه من الضروري دراسة نواتج تفاعل مكونات النظام البيئي ، وتأثير بعضها على الآخر بنجاح في الكثافة العددية للآفات .

ونظرًا لهجرة بعض أنواع الحشرات ، واستمرار انتقالها من مكان لآخر ، وبشكل واضح ، فإنه من العسير ، بل ومن غير المفيد كذلك أن يجرى نظام التحكم المتكامل للآفة على مستوى المساحات الصغيرة للحقول . لذا .. فإن المبادرات الفردية على نطاق محدود هي في الواقع عملية غير مجدية . من أجل هذا .. وحتى يمكن ضمان نجاح هذه الطريقة لابد من تطبيقها على نطاق واسع جدًا في وجود تشريعات محلية ودولية حتى يمكن تنفيذها بدقة .

٣ - تعظيم استخدام طرق مكافحة الطبيعة

Use of natural control agents is maximized

تعتمد فلسفة التحكم المتكامل للآفات على وجود عوامل في النظام البيئي تعمل على تنظيم تعداد الآفة مثل : وجود موجات من الحرارة والبرودة والرياح والأمطر ، أو المنافسة بين الأنواع المختلفة ، أو المنافسة بين النبات والحيوان والأعداء الحيوية .

وتعتبر الأعداء الحيوية من الوسائل الهامة جدًا لمكافحة العديد من أنواع الحشرات والحلم . وذلك بالرغم من أن الموارد الغذائية ، والطقس ، ووجود المنافسة بين الأنواع قد تؤدي دورًا في المكافحة

تحت ظروف معينة . وتوجد الأعداء الحيوية لكثير من الحشرات والحلم بشكل طبيعي ومعتدل تحت ظروف التوازن الطبيعي العادية . وقد لا تؤثر الأعداء الحيوية تأثيراً معنوياً في مكافحة بعض الأنواع مع أن تكامل تأثير القوى الطبيعية قد يحد من زيادة تعداد الآفة . لذا .. تلعب هذه الوسيلة دوراً هاماً داخل نطاق هذا التكامل . ومن ثم تعمل فلسفة التحكم المتكامل للآفات على إتاحة الفرص لإظهار التأثيرات المتكاملة للقوى الطبيعية ، مما يتطلب حفظ . وإدخال ونشر الأعداء ، أو استنباط الأصناف النباتية المقاومة .

٤ - إمكانية ظهور تأثيرات غير متوقعة أو مرغوبة مع أية طريقة للمكافحة

Any Control Procedure may produce unexpected and undesirable effects

لعل استخدام المبيدات في مكافحة الآفات دون ترشيد ، أو تفهم للنظام البيئي قد وصل بنا إلى مرحلة التأثيرات غير المتوقعة وغير المرغوبة كما سبق ذكره . ولكن هناك وسائل أخرى أحدثت مثل هذا التأثير ، مثلما حدث عند إدخال صنف جديد من الفواولة في ولاية كاليفورنيا نظراً لشدة مقاومته لبعض الأمراض ، ولكنه تعرض للإصابة الشديدة لنوع من الحلم Cyclamen mite وهو آفة ثانوية تؤثر على الأصناف الأخرى الحساسة لهذه الأمراض .

٥ - ضرورة توافر نظم تحليلية وحسابية متقدمة

An interdisciplinary systems approach is essential

يعتمد نظام التحكم المتكامل للآفات على تكامل جميع العمليات الزراعية ، والذي يعتمد على تعاون العلماء المتخصصين في مجالات المحاصيل ، والاقتصاد ، والأرصدا ، والهندسة والإحصاء ، وفسيولوجيا الحيوان ، وكذلك علماء الاجتماع ، والمتخصصين في الحاسبات الإلكترونية بجانب علماء مكافحة الآفات . وذلك حتى يمكن جمع المعلومات وإعدادها في صورة استراتيجية متكاملة للمكافحة . وتلعب النظم الإحصائية المتقدمة ، وبرامج الحاسبات الآلية دوراً هاماً في وضع خريطة واضحة لاستراتيجية المكافحة ، حيث تعمل على إيضاح المعلومات حول النظام البيئي ، وتعطي الإجابة المتعلقة بالوسائل الفعالة للتحكم في تعداد الآفة .

رابعاً : وسائل المكافحة في إطار التحكم المتكامل للآفات

تتضمن طرق مكافحة الآفات العديد من الوسائل ، بعضها مناسباً داخل إطار التحكم المتكامل للآفات ، مثل : الأصناف النباتية المقاومة ، واستخدام الدورة الزراعية ، والمكافحة البيولوجية ، والمبيدات المتخصصة ، وهي وسائل معروفة منذ فترة ليست بالقصيرة . وهناك بعض الاتجاهات الحديثة في المكافحة ، والتي أظهرت نجاحاً طيباً في السنوات الأخيرة ، إلا أن تقييمها داخل إطار التحكم المتكامل للآفات ما زال قيد الدراسة والبحث وذلك ، مثل : مناعات التغذية ، والجاذبات الجنسية (الفورمونات) ، والتقييم بالإشعاع ، والمعالجة الوراثية ، ومنظمات النمو في الحشرات .

ويتطلب نجاح برامج التحكم المتكامل لأية آفة ، ضرورة الإلمام بجوانب المعرفة الشاملة عن المحصول ، والدراسة الكاملة لبيولوجى وبيئة الآفة بمجال المكافحة ، والمعرفة الدقيقة لأفضل توليفة من عناصر المكافحة . ومن الإنصاف الإشارة إلى أنه حتى الآن لا يوجد البديل المناسب لمبيدات الآفات وسوف تظل هذه الوسيلة ، حتى المستقبل القريب الأداة الحاسمة داخل إطار التحكم المتكامل للآفات . ولا يوجد حتى الآن اتفاق كامل لترتيب طرق المكافحة داخل إطار IPM . ويمكن ترتيبها هنا على النحو التالى :

- ١ - المكافحة الزراعية .
- ٢ - المكافحة الحيوية (البيولوجية) .
- ٣ - المكافحة الميكروبية .
- ٤ - استخدام مانعات التغذية .
- ٥ - المكافحة الذاتية .
- ٦ - المكافحة السلوكية .
- ٧ - استخدام المنشطات .
- ٨ - استخدام منظمات النمو فى الحشرات .
- ٩ - المكافحة بالكيميائيات المتخصصة .

الفصل الرابع التحكم المتكامل للآفات التي تصيب القطن

أولاً : مقدمه

ثانياً : العناصر الرئيسية لبرامج التحكم المتكامل لآفات القطن

ثالثاً : تقنيات مكافحة آفات القطن .

رابعاً : تصورات لاتجاهات بحثية للنهوض ببرنامج المكافحة المتكاملة لآفات القطن .

الفصل الرابع

التحكم المتكامل للآفات التي تصيب القطن

أولاً : مقدمة

يمثل محصول القطن ٤٠٪ أو أكثر من القيمة الإجمالية للصادرات المصرية . وتعتبر مصر الدولة الثامنة في العالم من حيث كمية الإنتاج ، بينما تقع في المرتبة التاسعة من حيث كمية المحصول للفدان . وقد أدى استخدام المبيدات الكيميائية للآفات بكثافة ودون تمييز بهدف مكافحة الآفات الحشرية إلى عديد من المشاكل ، مثل ظاهرة مقاومة الحشرات لفعل المبيدات ، بالإضافة إلى حدوث خلل في التوازن الطبيعي لصالح الآفة ، مما أدى إلى ظهور موجات وبائية من الآفة الرئيسة وأحياناً الآفات الثانوية غير المستهدفة ، كما أدت المبيدات إلى إحداث تأثيرات جانبية ضارة لنبات القطن ، وكذا تغير في الصفات الطبيعية والكيميائية للتربة ، والتأثير على الكائنات الحية الدقيقة النافعة التي تعيش فيها ، بالإضافة إلى التأثير على النحل من حيث قوة الطوائف ، وإنتاجية العسل ، وكذا الإضرار بالحيوانات البرية ، والإضرار بصحة الإنسان وحيواناته النافعة .

ثانياً : العناصر الرئيسة لبرامج التحكم المتكامل للآفات القطن

(١) النظام البيئي الزراعي

يعرف النظام البيئي الزراعي بأنه وحدة مكونة من المجموع المتشابه للكانات الحية في منطقة ما من مناطق زراعة المحاصيل ، ومن مجموع عناصر البيئة التي تكفيها ، ثم من تلك العناصر بعد أن تعدلها أنشطة الإنسان المختلفة من زراعية ، وصناعية ، وترفيهية ، واجتماعية . ويلاحظ هنا أن مفهوم الآفة لا يشكل جزءاً أساسياً من تعريف النظام البيئي الزراعي . وعند التحليل العملي للنظام البيئي الزراعي من أجل سياسة مكافحة الآفات ينبغي التركيز على تعداد الآفات من الأنواع المختلفة ، وعلى الكائنات التي تنافسها ، وتلك التي تفترسها ، وعلى موارد الغذاء الرئيسة والبدلية ، وعلى الطريقة التي تعدل بها العناصر الأخرى للبيئة كل هذه التغيرات . ويتحدد عدد الحشرات بتأثير النظام البيئي الزراعي .

وتعتبر الكيفية التي يحدث بها هذا التأثير أمراً ضرورياً في سبيل وضع نظام لسياسة أعداد الآفات بطريقة متكاملة . كذلك يتعين فهم النظام البيئي الزراعي فهماً دقيقاً للتنسيق بين معاملات مكافحة بالنسبة لمختلف الآفات على نحو يمنع حدوث خلل ضار غير مقبول . وعلى غرار ذلك .. فإن معرفة النظام البيئي الزراعي تسمح بتقدير عوامل الموت التي تعمل ضد أعداد آفة معينة أو محتملة ، ومن ثم فإنها تشير إلى ما يمكن اتخاذه من إجراءات لدعم أو زيادة أثر عوامل الموت المذكورة . وقد اتجه الإنسان إلى تنظيم النظام البيئي الزراعي للقطن وإلى تبسيطه لتحقيق عدة مزايا ، منها : زيادة غلة ألياف القطن ، بالإضافة إلى زيادة الفعالية في إنتاج هذه الألياف وفي حصاها . وزراعة أشجار القطن على مسافات موحدة ، مع استبعاد النباتات الأخرى تؤدي إلى تسهيل كثير من المعاملات الزراعية (مثل الزراعة ، والرى ، والتسميد ، والحصاد) تسهلاً كبيراً ، كما أن مكافحة الحشائش الضارة تقلل من منافستها لنباتات القطن على المياه والضوء والعناصر الغذائية . ويمكن تحقيق الاستغلال الفعال لتلك الموارد نفسها عن طريقة زراعة النباتات على المسافات الملائمة ، واختيار الوقت المناسب للزراعة والتسميد والرى ، كما يمكن تيسير برامج مكافحة الآفات من خلال تنظيم وتبسيط النظام البيئي الزراعي للقطن ، مثل : توحيد وقت الزراعة ، وتنفيذ تعليمات حرث الأرض ، وتقليل النباتات بعد الحصاد ، وتحديد فترات زمنية يكون فيها الحقل خالياً تماماً من نباتات القطن .

١) أهمية الماء للقطن

يحتاج نبات القطن إلى ٥٦٢ كيلو جرام من الماء لكل كيلو جرام من المواد الكلية المكونة للنبات . وهناك عوامل تؤثر على كمية الماء التي يستهلكها نبات القطن ، منها :

- ١ — المناخ
- ٢ — كمية الماء التي تضاف للتربة ، ومدى تكرار إضافتها . وتتغير الاحتياجات اليومية من المياه وفقاً للتطور الموسمي للنبات . ولا تحدث هذه التغيرات بسبب زيادة أنسجة النبات فقط ، ولكن أيضاً بسبب التغيرات الموسمية في العوامل البيئية . وعندما تتوفر المياه بكميات تزيد عن الحاجة ، فقد يتجه النبات إلى النمو الخضري ، وبذلك يصبح أكثر جاذبية للحشرات الحرشفية الأجنحة التي تتغذى على الأوراق . وقد تؤدي الرطوبة الزائدة إلى إتلاف البذرة أو البادرات الصغيرة ، وإعاقة التطور السليم للجذور ، ومنع النبات من بلوغ الحد الأقصى لقدرته على حمل اللوز ، بالإضافة إلى المعاونة على تعفن اللوز وخفض المحصول . وقد يكون نقص الماء من أخطر العوامل التي تؤثر على نمو نبات القطن ، فقد يؤدي إلى فشل البذرة في الإنبات ، أو موت البادرات ، أو تساقط الأجزاء الشمرية من النباتات البالغة التي تذبل وتموت ، كما يؤدي نقص الرطوبة إلى تقدم النبات ، وازدياد تساقط البراعم الزهرية واللوز الصغير عن المعدل الطبيعي ؛ مما يؤدي إلى انخفاض محصول القطن وجودته .

(ب) أثر السميد

يعتبر النيتروجين بمختلف أشكاله من أكثر الأسمدة استخداماً في زراعة القطن . ويمكن الحصول على استجابة ممتازة من ناحية الإثمار باستعماله في معظم أنواع التربة . وقد تحتاج التربة في بعض الظروف المعنية إلى البوتاسيوم والفوسفور ، مما يساعد مساعدة كبيرة على نمو النبات ، وعلى احتفاظه بالثمار ، كما قد تحتاج بعض أنواع التربة إلى الزنك ، والحديد ، والبورون ، والكبريت وغيرها من العناصر النادرة حتى تنمو نباتات القطن وتثمر بطريقة طبيعية . ومن ناحية أخرى .. فقد تحتوي بعض أنواع التربة على بعض العناصر بكميات أكثر من اللازم ؛ مما يؤدي إلى انخفاض الإنتاج .

وينبغي توخي الحذر وتحقيق توازن ملائم عند استعمال جميع عناصر التسميد ، فإذا استعمل النيتروجين بكميات أكبر من الكميات التي يحتاجها نوع معين من التربة ، فإن ذلك يؤدي إلى نمو خضرى من شأنه أن يجذب بعض أنواع الآفات الحشرية ، بل إن ذلك النمو الخضرى قد يزداد إلى حد يؤدي إلى تأخير ظهور الثمرات الشمرية أو الإقلال منها .

ويمكن تحديد الحاجة إلى الأسمدة الكيميائية عن طريق تحليل التربة ، مع إجراء تجارب حقلية في منطقة معينة ، حتى يمكن أن نحدد بدقة الكميات والعناصر التي يلزم استعمالها .

٢ — آفات القطن الرئيسة

الحفار — الدودة القارضة — من القطن — التريس — العنكبوت الأحمر — الدودة الخضراء — دودة ورق القطن — دودة اللوز القرنفلية — دودة اللوز الشوكية .

ومن أهم أمراض القطن

احمرار أوراق القطن (عفن الجذور) — خناق القطن — الذبول الفيوزاريومي (الشلل) — عفن لوز القطن ، بالإضافة إلى الحشائش الحولية الشتوية والصيفية .

ثالثاً : تقنيات مكافحة آفات القطن

١ — الإجراءات الزراعية

أمكن على مدى أزمان طويلة التوصل إلى مجموعة من المعاملات الزراعية التقليدية التي تساعد في إمكانية مكافحة آفات القطن . وقد لا يؤدي إدخال إحدى المعاملات الزراعية الجديدة ، أو تعديل معاملة زراعية قديمة إلى إحداث تأثير فوري على مجموعة الآفات ، غير أن الآثار الكاملة لمثل هذه التغيرات قد تظهر بعد سنوات عديدة من المواءمة بين مجموعات الآفات ، وبين العناصر الأخرى في النظام البيئي الزراعي .

وقد تكون لميعاد الزراعة آثار هامة ، قضى معظم مناطق العالم يحدد ميعاد الزراعة ، بحيث يتم جنى القطن خلال موسم جاف نسبياً ، كما يحدد ميعاد زراعة القطن ، بحيث يتوافق مع درجة الحرارة والرطوبة المثلى للتربة ، مما يساعد على الإنبات السريع للبذور ونمو النباتات ، كما أنه من الأفضل زراعة المحصول كله في منطقة ما في أقصر وقت ممكن ، حتى تنمو النباتات وتنضج معاً بطريقة متناسقة وفي آن واحد . والمعروف أن أى عامل يؤدي إلى إطالة فترة الزراعة قد يعرض المحصول لمزيد من الأخطار الناتجة عن الإصابة بالآفات الحشرية ، كما أن عمليات إسقاط الأوراق ، وسرعة الجنى ، والقضاء على بقايا المحصول بعد الجنى كلها معاملات ذات أثر فعال في التقليل من آفات القطن . ويمكن تأخير موعد الزراعة للاستفادة من الخروج الانتحارى لفراشات دودة اللوز القنفذية قبل ظهور الأجزاء الثمرية لنبات القطن ، والتركيز على منع رى البرسيم بعد ١٠ مايو ، مما يؤدي إلى ارتفاع معدل وفيات دودة القطن ، وبالتالي يقلل أعدادها التي تنقل إلى القطن بدرجة كبيرة .

(أ) أهمية التنوع الجيني

من المفاهيم الأيكولوجية الشائعة والمسلم بها أن استقرار مجتمع ما مرتبط بتنوعه . ويعنى ذلك أن حالة الاستقرار تتضمن أن يبقى كل من تشكيل الأنواع المختلفة من ناحية ، وأعداد كل نوع على حدة من ناحية أخرى ثابت نسبياً على مدى فترة طويلة . ومن هنا ينبغى تشجيع العودة إلى التنوع في المناطق الزراعية ، كالإبقاء على الأسوجة وغيرها من المناطق البرية غير المزروعة ، ولكن من الناحية الأخرى .. فإن هناك من الدلائل ما يشير إلى أن هذا النوع من التنوع كثيراً ما يساعد على انتشار الآفات . ولعل انتشار الآفات مثل دودق اللوز الشوكية والأمريكية في زراعات القطن في أفريقيا ، وغالباً ما يعزى مباشرة لتنوع البيئة ، وذلك في شكل محاصيل وعوائل برية متبادلة أو متعاقبة ، فزراعة النرة مع القطن في تنزانيا تزيد من الأضرار التي تسببها إصابة القطن بدودة اللوز الأمريكية ، بينما نجد في بعض الظروف الأخرى أن زراعات النرة هي التي تؤدي إلى استقرار التوازن بين الآفة وأعدائها الطبيعية ، مما يخفف حدة المشكلة .

أما في السودان ، فإن موعد الزراعة وارتباطه بحجم المساحات المزروعة بالعوائل البديلة هو واحد من بين العوامل الرئيسة التي تؤثر على مدى إصابة القطن لدودة اللوز الأمريكية ، لأن المعروف أن المساحات الكبيرة التي تزرع بالنرة الرفيعة والقول السوداني تأوى مجموعات من ديدان اللوز قبل القطن .

ومن الصعب تقدير آثار وقيمة التنوع في المناطق غير المزروعة والمتاخمة للمحاصيل ، وخاصة في المناطق التي تتميز بتركيب معقد للنبات فيها . وقد تكفى تغيرات طفيفة في طبيعة التركيب النباتي في هذه المناطق لمساعدة عوامل مكافحة البيولوجية . وغالباً ما توفر تلك التغيرات الغذاء والمأوى للحشرات الكاملة من الطفيليات والافترسات ، أو أنها توفر عوائل بديلة لهذه الأعداء الحيوية . وعلى ذلك .. فإن التركيز ينبغي أن ينصب على اختيار النمط المناسب من التنوع . وتجب المحافظة على الآفات بأعداد تكفى لتوفير الغذاء لأعدائها الطبيعية .

(ب) استخدام الأصناف النباتية المقاومة للآفات

يجب التركيز على انتخاب نباتات أكثر مقاومة ، وإدخالها في الزراعة ، وكذا إنتاج أصناف سريعة الإثمار ، مبكرة النضج . وفي هذا المجال ينبغي أن يعمل أخصائيو وقاية النبات في تعاون وثيق مع مربي القطن في جميع مراحل استنباط الأصناف الجديدة .

(ج) كثافة الزراعة

من المعروف أن القطن ذا الكثافة العالية يتطلب فترة أقصر للإثمار ، حيث تنتج شجيرات القطن ذات الكثافة العالية أزهاراً أقل ، وذلك يسمح بتقليل فترة الإثمار إلى حد كبير . ورغم انخفاض عدد اللوز في كل نبات ، فإن إجمالي المحصول لا ينخفض عادة حتى يعوض قلة اللوز في كل نبات بزيادة عدد النباتات التي تزرع في الفدان . وتحتاج الزراعة الكثيفة إلى بذور عالية الجودة ، وكميات أكبر من التقاوى . وعموماً .. فإن الزراعة الكثيفة تحد من الفترة الزمنية التي يحتاج للحشرات خلالها أن تتغذى على أنسجة الأجزاء الثمرية ، مما يقلل من تكاليف المكافحة .

٢ — المكافحة الحيوية بالطفيليات والمفترسات

لم يستفد حتى الآن من دور المفترسات والطفيليات في مكافحة آفات القطن . وقد يكون من الصعب إجراء تقييم كامل ودقيق لفعالية أى من الأعداء الطبيعية في إطار العلاقات المتشابكة التي تسود الحقل . ويمكن الاستفادة من الأعداء الطبيعية لآفات القطن في برامج المكافحة المتكاملة عن طريق .

أ — اتباع نظام لسياسة الآفات يحمي المفترسات والطفيليات الموجودة في الطبيعة ، ويزيد من أعدادها .

ب — عن طريق تربية الأعداء الطبيعية على نطاق واسع في المعمل ، وإطلاقها في الطبيعة كنواة لمزيد من التكاثر في الحقل ضد آفة ما أو عدد من الآفات ، بل يمكن إطلاق الأعداء الطبيعية بأعداد كبيرة كعامل منظم لأعداد الآفات ، وهي طريقة أفضل من السابقة .

ج — حماية الأعداء الطبيعية وزيادة أعدادها : ويمكن تحقيق تلك الحماية بطرق مختلفة : منها :

١ — معرفة أثر المبيدات الموصى بها على أهم أنواع الحشرات النافعة ، وذلك عن طريق إجراء التجارب التي تتيح اختيار المبيدات على أساس أثرها السام على الآفة مجال المكافحة ، وقدرتها على عدم الإضرار بأكبر عدد من الحشرات النافعة من ناحية أخرى .

٢ — فرض قيود على استعمال المبيدات الحشرية التي تؤثر على قاعدة عريضة من الأحياء ، إلا في حالات الضرورة القصوى ، على أن يكون ذلك تحت إشراف لجنة التوصيات ، مع تدعيم استخدام الإجراءات الزراعية الملائمة .

٣ - استخدام مسببات الأمراض

رغم معرفتنا أن معظم آفات القطن الحشرية تتعرض للإصابة بنوع أو أكثر من الأمراض ، فإن مدى التقدم في تقييم وتطوير استخدام مسببات الأمراض لهذه الآفات كان بطيئاً . وقد اقتصر معظم الجهود على الدراسات المعملية ، ولم تتناول عمليات التقييم الواسعة تحت الظروف الحقلية إلا في حالات قليلة جداً . ونظراً للمزايا الثابتة لمسببات الأمراض ، فإنه يجب إجراء المزيد من البحوث الموسعة التي تهدف إلى استخدامها في برامج مكافحة المتكاملة لآفات القطن ، بالإضافة إلى أنه يمكن إنتاج الكثير من مسببات الأمراض بطرق رخيصة من الناحية الاقتصادية ، مما ينبئ معه اعتبارها عاملاً نموذجياً لمكافحة الآفات يصلح للاستخدام في مصر .

ويتضمن الاتجاه الأساسي لاستخدام مسببات الأمراض مراعاة عدة اعتبارات :

- ١ - المعرفة التامة بالخواص الحيوية ، والبيئية ، والتاريخ الموسى ، وسلوك الحشرة المستهدفة بغرض تحديد أصلح توقيت لاستخدام المبيد الميكروبي للحصول على أقصى فعالية منه .
- ٢ - يجب أن يكون الميكروب المختار آمناً وسهل الاستخدام ، وذا تأثير متخصص إلى حد معقول ، وعلى قدر عال من الفاعلية ضد الآفة .
- ٣ - يجب أن تتضمن طريقة التوزيع وصول كمية ثابتة من الميكروب موزعة توزيعاً منتظماً ، بحيث تسبب موت الآفة المستهدفة .

٤ - المكافحة الكيميائية

تعتبر المبيدات الكيميائية عوامل نافعة ومفيدة في مجال تنظيم تعداد الآفات . والكثير من هذه المبيدات ذو فعالية كبيرة يمكن الاعتماد على نتائجها ، كما أنها تكون اقتصادية في استخدامها . وتعتبر المبيدات الكيميائية هي الطريقة الوحيدة المعروفة لمكافحة كثير من الآفات الزراعية والصحية ذات الأهمية العظمى في العالم . ولا يمكن أن نتاح وسيلة أخرى بهذه السهولة النسبية في الاستعمال ، كما لا يمكن الحصول بأى وسيلة أخرى على مثل نتائجها السريعة الحاسمة . وتتوقف الاستخدامات السليمة للمبيدات الكيميائية بصفة رئيسة على وجود برامج مستمرة للبحث والإرشاد . ويجب أن يحكم على مدى الحاجة لاستخدام أى مبيد على أساس موازنة القيم الإيجابية المتوقعة الحصول عليها ضد القيم السلبية المحتملة ، مثل : مخلفاتها على المحاصيل ، والأخطار التي يتعرض لها الإنسان والحيوان والحشرات النافعة ، والتأثيرات الضارة على الحياة البرية ، وتلوث البيئة ، بالإضافة إلى التكاليف التقديرية لها .

ويشكل المبيد المتخصص وسيلة نموذجية لمكافحة الآفات . وحتى الآن لم تظهر مثل هذه المبيدات على نطاق تجارى إلا في حالات قليلة جداً . والمفروض أن كل المبيدات تشتمل على شيء من التخصص ، ولكن توجد فروق واضحة وحقيقية في مدى هذا التخصص ودرجته . ولقد بذلت

جهود كبيرة على مدى سنوات للبحث عن مواد شديدة السمية نسيباً للحيوانات اللاقارية ، وقليلة السمية للتدييات . ولا شك أن ذلك الاتجاه ضرورى لأمن الإنسان ، ولكن الأمر يقتضى أيضاً التوصل إلى مواد ذات تأثيرات مختلفة على المجموعات المختلفة داخل مفصليات الأرجل . وفى هذا المجال نجد أنه ليس من الضرورى التوصل إلى الحد الأعلى من التخصص الذى يسمح بوصف مبيد متخصص ووحيد لكل نوع من الآفات ، ولكن الأمر يتطلب وجود مبيدات فعالة تكون متخصصة ضد مجموعات من الآفات ، مثل : المن ، والتربس ، والعنكبوت الأحمر ، وبقرات حشرية الأجنحة .

وفى نطاق أنظمة المكافحة المتكاملة قد تكون ديناميكية أعداد الآفات أو العلاقة بين أعداد الآفة والأضرار النسبية للحصول على علاقة معينة لاستدعى ضرورة الحصول على مستوى إبادة عال للآفة ، فبدلاً من الحصول على مستوى إبادة ٩٥٪ أو أكثر ، قد تكون نسبة الإبادة ٧٥٪ فقط ، أو حتى أقل من ذلك هى النسبة المرغوبة . وفى مثل هذه الظروف قد تكون الجرعة القليلة من المبيد اللازمة للحصول على النسبة المنخفضة للموت هى التى تسمح بالحصول على فعل التخصص المطلوب بين الآفة والكائنات النافعة . ولعل الانتظار لظهور مبيدات متخصصة عملية مستحيلة إنما يمكن استخدام المبيدات المتاحة حالياً استخداماً أمثل عن طريق تعديل مقادير الجرعات ، ونوعية المستحضرات ، وتوقيت استخدام المبيد ، وطرق هذا الاستخدام ، وغير ذلك من الوسائل . وكثيراً ما يفضل الحصول على نسب موت مختلفة للكائنات المختلفة فى الحقل تترك التوازن فى صالح الكائنات النافعة .

رابعاً : تصورات لاتجاهات بحية للنهوض ببرنامج المكافحة المتكاملة لآفات القطن

١ - أساليب زراعية

١ - ميعاد الزراعة : ضرورة إتمام زراعة الأرض بالقطن فى أقصر وقت ممكن ، حتى يتسنى وجود نمو متائل للمحصول فى كل محافظة ، حيث إن التفاوت فى ميعاد الزراعة يؤدى إلى إطالة التوقيت الذى تلزم فيه مكافحة الآفات نتيجة لتباين مراحل النمو ، ودراسة تحديد ميعاد الزراعة بما يتلاءم والاستفادة من الخروج الانتحارى لفراشات دودة اللوز القرنفلية .

٢ - كثافة النباتات : تحتاج هذه النقطة إلى دراسة عميقة بين علماء المحاصيل ، ومكافحة الآفات ، فالزراعة الكثيفة تؤدى إلى قصر فترة الإثمار ، وبالتالي تقلل إلى حد كبير من فرصة زيادة أعداد ديدان اللوز .

٣ - مقننات الري : ضرورة إعادة النظر فى مقننات الري اللازمة لمحصول القطن ، فالملاحظ أن هناك نوعاً من الإسراف فى كميات المياه ، مما يعكس اتجاهات خطيرة فى تعداد الآفات .

٤ — عناصر التسميد : توخى الحذر ، وتحقيق توازن ملائم بين جميع عناصر التسميد ، ومدى انعكاس التسميد على التعداد الآق في حقول القطن .

٥ — مسقطات الأوراق : دراسة بحثية لاستخدام مسقطات الأوراق ، حيث إن نباتات القطن تستطيع أن تتحمل فقد ما يصل إلى ٥٠٪ من النمو الخضري الصغير ، دون أن يؤثر ذلك على إنتاج المحصول . ولكي تتخذ القرارات المناسبة لمكافحة الحشرات المسقطلة للأوراق يجب أن يؤخذ في الاعتبار مايلي :

(أ) مدى كثرة الكائنات الحيوانية النافعة في الحقل ، وتأثيرها على الآفة .

(ب) مدى كثرة البيض المخصب للآفة .

(ج) نسب وجود أعداد اليرقات الكبيرة ، بالمقارنة باليرقات الصغيرة .

(د) تطورات وجه القمر ، حيث إن نشاطى التلقيح ووضع البيض يكونان في أدنى مستوياتها في ليالى البدر (القمر الكامل) .

٦ — أصناف مقاومة للآفات : يلزم أن يتعاون علماء الثرية والوراثة ومكافحة الآفات وصولاً لأصناف مقاومة قدر الإمكان للإصابة بآفات خطيرة ، وفي نفس الوقت ذات قدرة إنتاجية .

٧ — التنوع البيئى : ضرورة دراسة مدى تأثير التنوع البيئى على تعداد الآفات أدت إلى إمكانية استخدام نباتات البامية والتيل كمصائد نباتية لدودة اللوز القرنفلية .

٢ — إجراءات تشريعية وتنظيمية

١ — ضرورة تجميم رى الرسم بعد ١٠ مايو .

٢ — من التشريعات اللازمة للتخلص من سيقان نباتات القطن بعد جمع المحصول تخلصاً تاماً وجمعياً ، ووضع التشريعات التى تحدد آخر موعد لعمليات الحرق ، ودفن بقايا المحصول في التربة بعد تقليمها .

٣ — مرس أحطاب القطن وكبسها في بالات ، وإدخالها في استخدامات اقتصادية ، كصناعة الأخشاب ، أو كوقود .

٤ — تجريم وجود المحالج الأهلية الخاصة التى تعتبر مصادر أساسية لإصابة محصول القطن الجديد بدودة اللوز القرنفلية .

٥ — تحديث المحالج الحكومية القائمة ، فمعظمها يزيد عمر أجهزته وآلاته عن خمسين عاماً ، مما يثير التخوف من دقة أجهزة تسخين البنور المستخدمة ككتاف ، بالإضافة إلى عدم توفر الإجراءات الصحية التنظيمية حولها ، الأمر الذى يجعل هذه المحالج من أهم مصادر الإصابة بدندان اللوز القرنفلية .

٣ — المكافحة الكيميائية

(أ) دراسات بيئية

- ١ — إعادة النظر في الحد المرحج للإصابة بدودة اللوز القرنفلية لظهور متغيرات كثيرة في النظام البيئي الزراعي .
- ٢ — التوصل إلى حد حرج للإصابة بدودة ورق القطن .
- ٣ — الالتزام بهذه الحدود في المكافحة الكيميائية ، وإلغاء فكرة استخدام التاريخ المحدد لبدء الرش .
- ٤ — ضرورة التوصية بعدم اتخاذ إجراءات المكافحة الكيميائية في بداية الموسم ، وتجنب اتباع أى معاملة كيميائية للقطن إلا إذا كان معرضاً لأضرار اقتصادية ، حتى يمكن المحافظة على الأعداء الطبيعية .
- ٥ — استخدام مصائد الفورمونات والمصائد الضوئية كوسيلة تحذيرية لمعرفة تعداد الآفات ، حتى تتسنى مكافحتها .

(ب) دراسات خاصة بتظيم استخدام المبيدات

- ١ — تخفيض عدد الرشات .
- ٢ — خفض مستوى الجرعات .
- ٣ — محاولة البحث عن مبيدات لها تأثير على طور الحشرة الكاملة (خاصة دودة اللوز القرنفلية) .
- ٤ — رش المناطق المصابة وتجنب الرش العام .
- ٥ — ترك بعض المناطق دون رش تشجيعاً للأعداء الحيوية .
- ٦ — رفع مستوى الحد المرحج للمكافحة الكيميائية .
- ٧ — مدى تأثير خلط المبيدات .
- ٨ — دراسة دورات المبيدات .

٤ — المكافحة البيولوجية

- ١ — إجراء دراسات ميدانية لمعرفة أثر استخدام المبيدات الكيميائية على تعداد الأعداء الحيوية .
- ٢ — إجراء حصر دورى ومستمر في الحقول للربط بين مدى الإصابة بالآفات ، وكثافة أعداد المفترسات والمتطفلات .
- ٣ — إجراء دراسات بيولوجية على الأعداء الطبيعية الهامة للتعرف على إمكاناتها في المكافحة البيولوجية .
- ٤ — ضرورة إجراء الدراسات على الطفيليات والمفترسات على نطاق واسع .

الصعوبات التي تواجه تقدم نظام التحكم المتكامل

تناولنا في الأجزاء السابقة أهم مشاكل التوسع في استخدام المبيدات الكيميائية ، مما أدى إلى تبني نظرية جديدة في مجال مكافحة الآفات تعتمد على تكامل الوسائل المتاحة لخفض تعداد الآفة إلى مستوى أقل من الضرر الاقتصادي ، وهي ما يطلق عليه التحكم المتكامل للآفات (IPM) . وقد تم استعراض أهم وسائل المكافحة ، خاصة غير الكيميائية ، مع التعرض للمبيدات المتخصصة ، والتي تستخدم عند الضرورة القصوى ، ومن أمثلتها : مبيدات البيض .

لعل معظم التقدم الذي تم إنجازه في نطاق التحكم المتكامل للآفات انحصر أساساً في مجال الزراعة . وقد تركزت معظم الدراسات في هذا المجال على آفات (الحشرات والأكاروسات) محاصيل القطن ، والموالح ، وأشجار الفاكهة المتساقطة ، وفول الصويا ، والبرسيم ، والتي تستهلك حوالى ٧٠٪ من كمية المبيدات الكيميائية المستخدمة بنسبة ٤٠ — ٥٠٪ في العام التالى من تنفيذ البرنامج ، وقد تصل نسبة الانخفاض إلى ٧٠ — ٨٠٪ بعد ١٠ سنوات ، دون حدوث نقص في إنتاجية المحصول . وقد أصبح الآن لدى المزارعين في مناطق كثيرة من العالم قناعة كاملة لتقبل واستخدام هذا النظام في مكافحة الآفات .

وقد لوحظ في بعض المناطق بولاية تكساس أن إنتاج القطن لم ينخفض مقابل خفض استخدام المبيدات الكيميائية بمعدل ٥٠ — ٧٠٪ . ولا شك أن نظام (IPM) يؤدي إلى زيادة النضج المبكر لأصناف القطن التي تحتاج إلى كميات أقل من الأسمدة بمعدل ٨٠٪ ، وكميات أقل من مياه الري بمعدل ٥٠٪ ، وذلك بالمقارنة بالأصناف المتأخرة النضج . ويؤدي هذا إلى توفير ١٠٠ دولار من تكلفة الفدان الواحد (٦٢ — ١٧٠ دولار في المتوسط) . وقد أظهر تطبيق نظام (IPM) على حوالى ٢٥ محصولاً نباتياً انخفاضاً معنوياً في كمية المبيدات المستخدمة ، دون أى تأثير غير مرغوب على كمية وجودة المحصول مع زيادة دخل المزارعين ، كما أظهرت الدراسات على حيوانات المزرعة أنه مع انخفاض كمية المبيدات المستخدمة زاد وزن الحيوان ، وارتفع معدل استهلاكه للغذاء .

بالإضافة إلى ما سبق في ميدان الزراعة أمكن الوصول إلى نتائج مشجعة للغاية ضد بعض الآفات التي لها علاقة بالصحة العامة ، وكذلك آفات الغابات ، ففى بيركل وسان جوزى وديفر بالولايات المتحدة الأمريكية أدى تطبيق نظام (IPM) إلى خفض كمية المبيدات المستخدمة لمكافحة الآفات التي تهاجم أشجار الظل المحيطة بالمدن ، بحيث عوملت ١٦٪ من الأشجار (٤٦٢٠٠٠ شجرة) بالمبيدات الكيميائية قبل تطبيق نظام (IPM) ، بينما عوملت ٠.٨٪ من الأشجار بالمبيدات الكيميائية ، وحوالى ١٪ بيكتريا *Bacillus thuringiensis* بعد تطبيق هذا النظام . وتوضح هذه الأمثلة مدى إمكانية خفض كمية المبيدات الكيميائية المستخدمة في ظل هذا البرنامج .

وتوضح النتائج المتحصل عليها في مكافحة البعوض بولاية كاليفورنيا أن تطبيق نظام (IPM) أعطى مكافحة معقولة ومرضية ، وذلك باستخدام الوسائل الطبيعية ، والبيولوجية ، والزراعية ، والكيميائية . وقد أدى هذا النظام إلى خفض استخدام المبيدات الكيميائية ، ففي عام ١٩٦٢ استخدام حوالى ٦١٥٠٠٠ رطل ، أى أن معدل الحفض بلغ حوالى ١٠ مرات وكان لذلك أثره في خفض تكلفة العمالة ، بالإضافة إلى توفير غن المبيدات الكيميائية ، وكذا انخفاض مستوى تلوث البيئة .

الصعوبات التى تواجه تقدم نظام التحكم المتكامل

Major barriers to progress IPM

رغم تقدم نظام IBM ، فإنه لم ينفذ على نطاق واسع في مجال الزراعة حتى الآن . ونظراً للصعوبات التقنية والاقتصادية والاجتماعية والبيئية تأخر التوسع في تطبيق هذا النظام . ومن أهم الصعوبات والعقبات التى تواجه تطبيق هذا النظام ما على :

١ - عدم توفر المعلومات

رغم توفر الدراسات والأبحاث على نظام IPM في السنوات الأخيرة ، إلا أن التطبيق مازال يحتاج جهداً أكبر لجمع المعلومات ، ولإنشاء نظام تحذيرى جيد . ويتطلب ذلك تعاون العلماء في كافة المجالات . وقد يؤدي استخدام نظام التحليل المتقدمة ونماذج برامج الحاسبات الآلية دوراً هاماً في تنفيذ برامج IPM . وهناك كثير من الصعوبات في هذا المجال يلزم التغلب عليها قبل تطبيق نظم IPM في المكافحة .

٢ - عدم تأكد المزارعين من نجاح هذا النظام

حتى مع توفر نظم IPM في الولايات المتحدة الأمريكية ، إلا أنه غالباً ما يواجه صعوبات في تسويقه أو بيعه إلى المزارعين أو غيرهم ممن اعتادوا تطبيق استراتيجية المكافحة السهلة باستخدام الكيميات . ومن الضروري اقتناع المزارعين بإمكانية نظم IPM في تنفيذ مكافحة كافية للآفات بتكلفة أقل من استخدام المبيدات الكيميائية ، كما يجب الإلمام الكافى بكيفية تنفيذ مثل هذه البرامج .

٣ - مصادر معلومات المزارعين

لعل أهم الأسباب لانتشار المبيدات الكيميائية هى توافر المعلومات التى تصل إلى المزارعين وغيرهم ممن يستخدمون المبيدات الكيميائية ، ففي ولاية كاليفورنيا تصل المعلومات من نصائح وإرشادات للمزارعين عن طريق القائمين بتسويق المبيدات الكيميائية . وعلى سبيل المثال .. تصل ١٪ من المعلومات لمزارعى القطن عن طريق المراكز الإرشادية لمكافحة الآفات ، والباقي يصل عن

طريق شركات المبيدات ومراكز تسويقها ، والتي من الطبيعي أن تبرز أهمية المبيدات الكيميائية لدى المزارعين ، مما يوحى للمزارعين بتنفيذ التعليمات التي تصل إليهم من القائمين بشسويق وبيع المبيدات ، بالإضافة إلى المعارض العامة لشركات المبيدات . أما مراكز الخدمات المسفولة عن النواحي الإرشادية ، فهي تقوم بمجهود متواضع لقلة عدد الأفراد المتخصصين بها ، ففي ولاية Iowa يوجد حوالى ٤٠٠٠ شخص أو أكثر مسئولين عن بيع المبيدات الكيميائية ، بالمقارنة بحوالى ١١٩ شخص بمراكز الخدمات المسفولة عن النواحي الإرشادية في مكافحة الآفات (إحصائية عام ١٩٧٣) .

٤ - نقص الكفاءات البشرية

يوجد في الولايات المتحدة الأمريكية حوالى ٢٠٠.٠٠٠ فنى تنحصر مهمتهم في تنفيذ واستغلال المبيدات الكيميائية لمكافحة الآفات ، وهم مؤهلون تأهيلاً علمياً كافياً ، وحاصلون على شهادات من جهات معترف بها . ومنهم منغلو الرش الجوى ، والقائمون بعملية مكافحة ، والقائمون بالنواحي التجارية ، بينما لايزيد عدد المتخصصين بمراكز الخدمة المسفولة عن مكافحة وصحة الحيوان عن ١١٢٠ (إحصائية عام ١٩٧٧) بالإضافة إلى ٥٠٠ مستشار يعملون لحسابهم الخاص .

٥ - التنظيمات التشريعية

يجب أن تخضع نظم مكافحة لقواعد وتنظيمات تشريعية تسيطر عليها الدولة ، حتى يمكن لنظام IPM أن يحقق نجاحاً ملموساً في مكافحة الآفات ، ففي عام ١٩٣٠ نجحت هيئة مراقبة الأغذية والدواء الأمريكية في تقليل كميات الحشرات وبقاياها الموجودة في الغذاء ، ولو أنه لا توجد أى أضرار مرضية واضحة من هضم أجزاء نباتية تغذت عليها الحشرات . وفي عام ١٩٧٢ ظهرت بعض الاتجاهات الحديثة ، مثل : مسببات الأمراض ، والجاذبات الجنسية ، والمهرمونات الحشرية ، وجميعها يمر بنفس الاختبارات التي تمر بها المبيدات الكيميائية من حيث تسجيلها للاستعمال العام ، ولو أن هذه الاتجاهات تتميز بالتخصص أكثر من المبيدات الكيميائية ، ولكن مما يؤثر على انتشار استخدامها ارتفاع تكلفتها الاقتصادية حتى الآن .

وسائل التخلص من الصعوبات التي تواجه نظام IPM

- ١ - ضرورة وجود هيئة رسمية لإجازة ، وتمويل ، ومراجعة ، وتقييم نظم IPM .
- ٢ - سن تشريعات حكومية تنظم هذه البرامج من حيث أمانها ، وأثرها على تسويق الغذاء والعمليات الصناعية .
- ٣ - عمل شهادات تقدم للمشرفين ، والمستشارين ، والقائمين على هذه البرامج .
- ٤ - دراسة العمليات البنكية التي تمول هذه المشاريع ، ودراسة أثرها وعائلها الاقتصادى .
- ٥ - دراسة عملية تأمين المزارعين التابعين لبرامج IPM ضد أخطار الآفات .
- ٦ - استيراد الأعداء الحيوية بناء على دراسات دقيقة ، وذلك من الموطن الأصل للآفة ، ومدى أقلمتها في البيئة المحلية .

- ٧ — دراسة المناطق المشابهة للبيئة المحلية من حيث آفاتنا ، وأعدائها الحيوية ، وظروفها البيئية وإنتاجية المحصول .
- ٨ — الاهتمام بدراسة وتعليم علوم البيئة ذات العلاقة بنظام IPM .
- ٩ — زيادة تمويل الأبحاث التي تتعلق بمدى تأثير المبيدات على البيئة ، ومقلومة الحشرات لفعل المبيدات ، ووسائل التخدير ، والتنبؤ وتحسين طرق معاملة بالمبيدات .
- ١٠ — النهوض ببرامج تحسين وسائل المكافحة وطرقها ، ووسائل التحذير التي تقلل من أضرار المبيدات المستخدمة في نظم IPM على البيئة وصحة الإنسان .

المراجع

أولاً : المراجع العربية

أحمد سيد النواوى (١٩٦٥) — مييدات الحشائش — الجزء الأول — ص٣٣٢ — دار المعارف بمصر .

أحمد سيد النواوى (١٩٧٢) — أسس وقاية المزروعات — ص٣٤٦ — دار المعارف بمصر .

أميرة حسن طيوزادة (١٩٦٦) — مقاومة الحشرات والقراد والحلم لمبيدات الآفات — ص٥٥٦ — دار المعارف بمصر .

حسين زعزوع ، وعبد المنعم ماهر ، محمد أبو الفار (١٩٧٢) — أسس مكافحة الآفات — ص ٤٥٨ — الطبعة الأولى — دار المعارف بمصر .

شاكّر محمد حماد ، وحسين العمروسى ، ومحمود عبد الحليم عاصم (١٩٦٥) — آفات وأمراض الخضر ومقوماتها — ص٧٦٦ — الدار القومية للطباعة والنشر .

محمد السيد أيوب (١٩٦٠) — الآفات الزراعية وطرق مقوماتها — ص٤٥٠ — دار الفكر بالرياض .

عمود زيد (١٩٦٣) — مقاومة الآفات — ص٧٥٢ — دار المعارف بمصر .

عبد الخالق حامد السباعى (١٩٦٦) — كيمياء وسمية مييدات الآفات واختباراتها معملياً وحقلياً — ص ١٩٠ — دار المعارف بمصر .

عبد الخالق السباعى ، وجمال الدين طنطلاوى ، و نبيلة بكرى (١٩٧٤) — أسس مكافحة الآفات — ص٣٧٣ — دار المطبوعات الجديدة .

على تاج الدين (١٩٨١) — مييدات الأعشاب والأدغال (الحشائش) — ص٣٠٩ — دار المعارف بمصر .

على إبراهيم دبور وشاكّر محمد نحماد (١٩٨٢) — الآفات الحشرية والحيوانية وطرق مكافحتها فى المملكة العربية السعودية — عمادة شئون المكتبات — جامعة الملك سعود — الرياض .

Abdel-Gawaad, A.A. (1985): Survey of pesticides used in Egypt, pp. 32-84, In: 2nd. International congress for soil pollution and protection from pesticide residues.

Adams, M.E. and Miller, T.A., (1979), Site of action of pyrethroids: Repetitive "barkfiring" in flight motor units of housefly, *pestic. Biochem. Physiol.*, 11:218.

Aizawa, H. (1982), *Metabolic maps of pesticides*, pp 232, ed., Academic press. New York. London.

Anonymous, (1970), second conference on test methods for resistance in insects of agricultural importance. Standard method for detection of insecticide resistance in *Heliothis zea* (Boddie) and *H. Virescens* (F.); tentative methods for detection in *Diabrotica* and *Hypera*, *Bull. Ent. Soc. Amer.*, 16:147.

Barnett, F.S. (1961). The control of Ticks on livestock, pp. 107, ed., FAO of the united Nations.

Barthel, W.F. (1966), synthetic pyrethroids. In: *Advances in pest control research*, vol. IV, pp 33-74, R.L. Metcalf, ed. Interscience publishers LTD., London.

Bayer, D.E. and J.M. Lumb (1973), penetration and translocation of herbicides. In: *pesticide formulations*, pp 481, ed., wade van Valkenburg, Marcel dekker, Inc., New York.

Blum., M.S. and C.W. Kearns (1956). Temperature and the action of pyrethoum in the American cockroach. *J. Econ. Ent.* 49:862.

Braunholtz, J.T., 1981, Crop protection: The role of the chemical industry in an uncertain future, *phil. Trans. Res. Soc.*, London, B295:19.

Brooks, G.T. (1973): "Chlorinated Insecticides" CRC press, cleveland, Ohio, 1973.

Brown, A.W.A. (1951). *Insect control by chemicals*, pp 781., New York, ed. John wiley sons, Inc., London. Chapman and Hall, Ltd.

Brown, A.W.A. (1958). Insecticide resistance, in *arthropods*, pp 213, ed. World Health organization.

Brown, A.W.A., 1958, The spread of insecticide resistance in pest species, In: "Advances in pest control Research," R.L. Metcalf, ed., Interscience publishers, Inc., New York, pp. 351-414.

Burges, D.H. and Hussey, W.N. (1971). Microbial control of insects and mites, pp 825, ed., Academic press, London, New York.

Busvine, J.R., 1980, Recommended methods for measurement of pest resistance to pesticides, FAO plant production protect. Paper No. 21, FAO, Rome, 132 pp.

Cremlyn, R. (1978), pesticides, preparation and mode of action, pp 229, printed at unwin Brothers Ltd., The Gresham press, Old Woking.

Edwards, A.C. (1973). Environmental Pollution by pesticides, Vol. 3, pp 535, printed in great Britain by R. & K. Clark Ltd., Edinburgh.

Edwards, A.C. (1973). Persistent pesticides in the environment. 2nd edition, pp 138. ed. chemical Rubber co. press.

El-Guindy, M.A., El-Sayed, G.N., and Madi, S.M. 1975, Distribution of insecticides resistant strains of the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* in two governorates of Egypt, Bulli, Entomol., Soc., Egypt, Econ. Ser, 9:191.

Eto, M., (1974): "Organophosphorus Pesticides: organic and biological chemistry" CRC press, cleveland, Ohio, 1974.

FAO, 1979, pest resistance to pesticides and crop loss assessment. 2, FAO plant production protect. Paper 612, FAO, Rome, 41 pp.

Frear, D.E.H. (1947). A catalogue of Insecticides and fungicides, Vol. I. chemical insecticides., ed., Chronica Botanica Co.

Frear, D.E.H. (1942). Chemistry of insecticides, Fungicides and herbicides. P364, D. Van Nostrand company, Inc., New York, London.

Fukuto, T.R. (1957); The chemistry and action of organic phosphorus insecticides. In: Advances in pest control research, vol., I., R.L. Metcalf, ed., Interscience publishers, Inc., New York, Interscience publishers Ltd., London.

Gamougis, G., (1973): Mode of action of pyrethr on arthropod nerves. In casida, J.E., "Pyrethrum", 211-222, Academic press, New York and London, 1973.

Georgiou, G.P. 1982, "The occurrence of resistance to pesticides in Arthropods. An index of cases reported through 1980" FAO, Rome, in press.

Georgiou, G.P., and Taylor, C.E., 1977, pestici resistance as an evolutionary pheromenon proc. XV Intern. cong. Entomol., pp. 759-783.

Georgiou, G.P. and Saito, T. (1983): "Pest resistance to pesticides pp. 809" plenum press. New York and London.

Goring, C.A.I., (1966). Theory and principles of soil fumigation in Advances in pest control research vol., V, pp 47-84, R.L. Metcalf, ed. Interscience put John Wiley & sons, Inc., New York, London. Sydney.

Gunther Zweig, (1964). Analytical methods for pesticides, plant growth regulators and food additives, vol, IV, Herbicides, pp 262, ed, Academic press, New York and London.

Hammock, B.D., and Quistad, G.B., 1980, Juvenil hormone analogs: Mode of action and metabolism, in: "Progress in Pesticide biochemistry, vol. 1, "D.H. Huston and T.R. Roberts, eds., John wiley and sons chichester, England, in preparation.

.Haque, R. and Freed, V.17. (1975): Environmental dynamics of Pesticides, Vol. (6), pp 365. published by plenum press, New York and London.

Hayes, W.J. (1975). Toxicology of pesticides, pp 537, made in U.S.A. ed., The Williams & Wilkins company.

Helgeson, E.A. (1957). *Methods of Weed control*, pp 188, ed. FAO of the united Nations.

Horsfall, J.G. (1956). *Principles of fungicidal action*, Vol. 30, pp 280, Waltham, Mass, U.S.A, ed., chronica Botanica company.

Hough, W.S. and A.F. Mason, (1951). *Spraying, dusting and fumigation of plant*, pp 707 ed., The Macmillan company, New York.

Huffaker, C.B. and Croft, B.A. (1976): *Environ. Health perspec.*, 14, 167.

Jacobson, M., (1941-1953), *Insecticides from plant. A review of the literature.*, 1941-1953. *Agriculture handbook No. 154*, p. 263 untied states, Dept. of Agric.

Jakob, W.L. 1973, *Insect development inhibitors Tests with housefly larvae*, J. Econ. Entomol., 66:819.

James A. polon, (1973), *Formulation of pesticidal dust. wettable powders and granules*. In: *pesticides formulations*, pp 481, ed. Wade van valkenburg Murcel Dekker, Inc., New York.

Johnstone, D.R. (1973): *spreading and retention of agricultural sprays on Foliage*. In: *pesticide formulations*, pp 481, ed. Wade van valkenbu Marcel Dekker, Inc., New York.

John A. Wallwork, (1976), *The distribution and diversity of soil Fanna*, p355, Academic press, London, New York, San Francisco.

Kilgore, W.W. (1967). *Pest control. Biological, physical and selected chemical methods*, pp 471, ed., Academic press, New York and London.

King, W.V. (1954). *Chemicals evaluated as insecticides and repellents at Orlando.*, FIA. Agric. handbook, No. 69, pp 395, Ento, Research Branch, Agric. Research Service, U.S. Department of Agriculture.

Kuhr, R.J. and Dorough, H.W. (1976): *"Carbamate Insecticides: chemistry, Biochemistry and Toxicology,"* CRC press, Cleveland, Ohio, 1976.

Leary, J.C. W.I. Fishbein and W.C. Salter (1946). *DDT and the insect problem*, pp 165, New York. London. Mc Graw-Hill book company, Inc.

Lindgren, D.L. (1966), *Fumigation of food commodities for insect control in: Advances in pest control research*, vol. V, pp 85-152, R.L. Metcalf Interscience eds., Publishter, John Wiley & sons, Inc., New York. London Sydney.

Matsumura, F. (1985). *Toxicology of insecticides* 2nd edition, pp 589, pristed in U.S.A. ed 1985 plenum press, New York Adivison of plenums publishing corporation 233 spring strut, New York, W.Y. 10013.

Matthews, A.C. (1979). *pesticide application methods*, pp 325 printed in great Britain, e.d., Butter K tanner Ltd., Rome and London. Published in the United State of America by Longman Inc. New York.

Mcerren, C.F. and G.R. Stephenson, (1979), *The use and significance of pesti-*

cides in the environment pp 525, Guelph, Ontario, Canada. January 1979. Awiley-Interscience publication. John wiley & sons, New York chichester, Brisbane, Toronto.

Metcalf, R.L., (1966), Advances in pest control research, vol. V, pp 329, Interscience publishers, division of John Wiley & Sons, Inc., New York, London, Sydney.

Metcalf, R.L. and Luckman, W.H. (1975): Introduction to insect pest management." Wiley-Inter-science, New York and London.

Metcalf, R.L. and Mckelvey, J.J., Jr. (1976): The future for Insecticides. Needs and prospects, 524 pp., John Wiley & sons, New York, 1976.

Michael Elliott (1977): Synthetic pyrethroids. ACS symposium series American chemical society, Washington, D.C.

Moriarty, F., (1975). Organochlorine insecticides: persistent organic pollutants, pp 297. ed., Academic press, London, New York, San Francisco.

Muller, P., Basel (1955). DDT insektizide., Insecticides, vol. 1. pp. 290, ed., Birkhauser verlag, Basel and Stuttgart.

Narahasi, T., (1971): Effects of Insecticides, on excitable tissues. In Beament, J.W.L., Treherne., J.E. and Wigglesworth, V.B., Advances in Insect physiology, vol, 8, p. 1-93, Academic press, London and New York, 1971.

Narahashi, T., 1976, Effects of insecticides on excitable tissues, In: Advances in Insect physiology", J.W.L. Beament, J.E. Treherne and V.B. Wigglesworth, eds., vol. 8, pp. 1-93, Academic press, London and New York.

O'Brien, R.D. (1960). Toxic phosphorus esters: chemistry, metabolism and biological effects. pp 415, ed., Academic press, New York and London.

O'Brien, R.D. (1966): Selective toxicity of insecticides. In: Advances in pest control research, vol. IV, pp 75-116, R.L. Metcalf, ed., Interscience publisher Ltd., London.

O'Brien, R.D., 1967, "Insecticides, Action and Metabolism," Academic press, New York.

Oppenoorth, F.J., and Welling, W., 1976, Biochemistry and physiology of resistance, In: Insecticide biochemistry and physiology, C.F. Wilkinson, ed., pp. 507-551, plenum press, New York.

Pal, R. and M.J. Whitten, (1974). The use of genetics in insect control., pp 239, ed., Elsevier North-Holland.

Paul Becher (1973), The emulsifier, In: Pesticide formulations, pp 481, ed., Wade Van Valkenburg, Marcel dekker, Inc., New York.

Paul Linder (1973), Agricultural formaulations with liquid fertilizers. In: pesticide formulations, pp 481, ed., Wade Van Valkenburg, Marcel dekker, Inc., New York.

Plapp, F.W., Jr., 1970, On the molecular biology of insecticide resistance, In: *Biochemical Toxicology of Insecticides*, "R.D. O'Brien and I. Yamamoto, eds., pp. 179-192, Academic press, New York, London.

Plapp, F.W., Jr., 1976, Biochemical genetics of insecticide resistance, *Ann. Rev. Ent.*, 21: 179.

Plimmer, J.R. (1977), *Pesticide chemistry in the 20th century*, pp 305, ed., American society, Washington, D.C.

Priester, T.M., and Georgiou, G.P., 1980, Cross-resistance spectrum in pyrethroid-resistant culex quinque Fasciatus, *Pestic. Sci.*, 11: 617.

Ripper, W.E. (1957): *The status of systemic insecticides, in pest control practices.* In: *advances in pest control research*, vol., 1., R.L., Metcalf, ed., Interscience publishers, Inc., New York, Interscience publishers Ltd., London.

Robbins, W.W., A.S. crafts and R.N. Raynor (1942). *Weed control*, p. 489 McGraw-Hill publishing company Ltd., New York, London. Toronto.

Rudd, R.L. (1964). *Pesticides and the living landscape*, pp 317, United states of America.

Sawicki, R.M., and Lord, K.A., 1970, Some properties of a mechanism delaying penetration of insecticides into house flies, *pestic. Sci.*, 1:213.

Sawicki, R.M., Devonshire, A.L., Rice Moores, G.D., Petzing, S.M. and Cameron, A., 1978, The detections and distribution of organophosphorous and carbamate insecticide-resistant *Myzus persicae* (sulz.) in Britain in 1976.

Sehnal, F., 1976, Action of Juvenoids on different groups of insects, In: "The Juvenile hormones, L.L. Gilbert, ed., pp 301-322, plenum press, New York.

Sexton, W.A. (1963): *Chemical constitution and biological activity*, 3rd ed., Van Nostrand, Princeton, N.J., 1963, p. 517.

Shepard, H.H. (1951). *The chemistry and action of Insecticides*, pp 487, McGraw-Hill book co., Inc., New York, Toronto, London.

Shepard, H.H. (1958). *Methods of testing chemicals on insects*, vol. 1., pp 325, ed., Burgess Publishing company.

Siddall, J.B., 1976, Insect growth regulators and insect control: A critical appraisal, *Environ. H Ltd., perspec.*, 14: 119.

Simmons, W.S. (1959). *Human and veterinary medicine*, pp 562, ed., Birkhauser verlag and stuttgart.

Smith, E.H. (1978), *Pest control strategies*, pp 329, ed., Academic press, New York. San Francisco. London.

Street, J.C. (1975). *Pesticide selectivity*, pp 185, printed in the united states of America, ed., Copyright 1975 by Marcil Dekker, Inc. 270 Madison Avenue, New York, New York 10016.

Maddrell, S.H.P., and Reynolds, S.E., 1972, Release of hormone in insects after poisoning with insecticides, *Nature* (London), 236:404.

Mass., W. (1971). ULV application and formulation techniques, pp 165, ed., N.V. philips-puphar, Crop protection Division; Amstrdam, The Netherland.

Matsumura, F. (1985). Toxicology of insecticides, 2nd edition, pp 589, printed in U.S.A., ed.

Matthews, A.G. (1979). Pesticide application methods, pp 325, printed in great Britain e.d., Butter & Tanner Ltd., Rome and London.

McErren, L.F. and G.R. Stephenson. (1979), The use and significance of pesticides in the environment, pp 525, Guelph, ontario, Canada.

Menn, J.J., and Pallos, F.M., 1975, Development of morphogenetic agents in insect control, In: *Insecticides of the future*", M. Jacobson, ed., pp 71-88 -Marcel Dekker Inc., New York.

Metcalf, R.L. (1955) "Organic Insecticides" Their chemistry and mode of action", Interscience, New York, 1955.

U.S. Government printing office, Washington (1982): Code of Federal regulations, 40, parts 150 to 189, pp 456, published by the office of the Federal Register, National, Archives and Records Service, General Services Administration.

Vincent G. Dethier, A.M. (1948). Chemical insect attractants and repellents, pp 271, London ed., H.K. Lewis Co., Ltd.

Wade Van Valkenburg, (1973). pesticide Formulations, pp 473, Marcel Dekker, Inc., New York.

Wade Van Valkenburg (1973), The stability of emulsions. In: pesticide formulations, pp 481, ed. Wade Van Valkenburg., Marcel dekker, Inc. New York.

Wang, T.C. and plapp, F.W., 1978, Genetics of resistance to organophosphate insecticides and DDT in the housefly, presented at national meetings, Entomol. Soc., Amer., Houston, Texas, November, 1978.

Wardle, R.A. and Buckle, P. (1923). The principles of insect control, pp 277. Manchester, At the university press. London, New York, Etc., Longmans, green 'o.

Wayne ivie G. and Dorough W.H. (1977), Fate of pesticides, in large animals, pp 367, ed., Academic press, Inc., New York, San Francisco. London.

West, F.T. and campbell, A.G. (1950), DDT and newer persistent insecticides; pp 595, London, Chapman and Hall Ltd.

Wesley E. yates and Norman B. Akesson (1973). Reducing pesticide chemical drift. In., pesticide formulations, pp 481, ed., Wade Van Valkenburg, Marcel Dekker, Inc., New York.

Who, 1980, Resistance of vectors of disease to pesticides, Fifth Report of the Who Expert committee on vector Biology and Control, WHO Tech., Rept. Ser., No. 655, 82, pp.

Wilkinson, C.F. (1973), Correlation of biological activity with chemical structure and physical properties. In: pesticide formulations, pp 481, ed., Wade Van Valkenburg, Marcel Dekker Inc., New York.

Williams, C.M., 1967, Third-generation pesticides, Sci., Am., 217:13.

Williams, C.M., 1976, Juvenile hormone... in retrospect and in prospect., in: the Juvenile hormones," L.I. Gilbert, ed., pp. 1-14, plenum press, New York.

Wood, D.L., R.M. Siverstein and M. Nakajima, (1970). Control of insect behaviour by natural products., pp 331, ed., Academic press, New York. London.

قائمة المصطلحات

A

Abbott' Formula	معادلة أبوت
Abiotic	لاحيوى
Abnormal macro-blood cells	كرات دم كبيرة غير عادية
Abortifacient	مادة مجهضة
Abrasion	سحج — كشط
Abrasive dust	مسحوق كاشط
Abrasiveness	التآكل — الكشط
Absorption	الامتصاص
Absorptive action	الفعل الامتصاصى
Absorptive selectivity	اختيارية الامتصاص
Acaricidal action	الفعل الإبادى ضد الأكاروسات
Acaricide	مبيد أكاروسى
Acceptable daily intake (ADI)	الحُد اليومى المسموح بتناوله
Accident	حادثة
Accidental residue	المخلفات العرضية
Accumulation	تراكم
Acentric Fragment	حطام لا مركزى
Acetylation	عملية الأسيلة
Acetyl choline (Ach)	مادة الأسيتيل كولين
Acetyl choline esterase (AchE)	إنزيم الأسيتيل كولين إستريز
Acidity	الحموضة
Acidophile	محب للحموضة
Acontase	إنزيم الأكونتيز
Acquired immunity	المناعة المكتسبة
Acting point	تقطة التأثير
Acting site	موضع التأثير
Action potential	الجهود الموجب (جهد عمل)

Activation	تنشيط
Active ingredient (a.i.)	مادة فعالة عالية النقاوة
Active inhibitor	مثبط نشط
Actual pesticide residue	المتبقى الفعل من مخلفات المبيد
Actual resistance	المقاومة الحقيقية
Acute dermal LD ₅₀	الجرعة القاتلة النصفية عن طريق الجلد
Acute dermal toxicity	السمية الحادة الجلدية
Acute ingestion	التسمم الحاد عن طريق الفم
Acute inhalation toxicity	السمية الحادة عن طريق الاشتقاق
Acute intoxication	التسمم الحاد
Acute LC ₅₀	التركيز الحاد القاتل لنصف التعداد
Acute necrosis	الضرر الموضعى الحاد
Acute oral LD ₅₀	الجرعة القاتلة النصفية الحادة عن طريق الفم
Acute oral toxicity	السمية الحادة الفموية
Acute poisoning	التسمم الحاد
Acute toxicity	السمية الحادة
Adaptation	تكيف — أقلعة
Additive	إضافى
Additive action	فعل إضافى
Additive effect	تأثير إضافى
Adjustment of planting date	تنظيم ميعاد الزراعة
Adhesive agent	مادة لاصقة
adhesion	الالتصاق
Adjuvant	مادة إضافية
Administration	معاملة
Adrenergic system	نظام أدرينالينى
Adsorbate	مادة مدمصة
Adsorption	ادمصاص
Adult stage	الطور الكامل

Adulticide	مبيد ضد الطور الكامل	Anionic group	المجموعة الأيونية
Aerial application	التطبيق الجوي	Anionic site	الموقع الأيوني
Aerial spraying	الرش الجوي	Anorexia	فقد الشهية
Aerosol	أيروسول	Anoxia	نقص الأكسجين
Aggregation pheromone	فورمون التجمع	Antagonism	تضاد
Agricultural Chemicals	الكيميائيات الزراعية	Antagonistic action	الفعل التضادي (التضادى)
Agricultural control	المكافحة الزراعية	Antibiosis	المقاومة الإيجابية للنبات — التضاد
Airless spray	الرش اللاهوائي	Antibiotic	مضاد حيوي
Air pollution	تلوث الهواء	Antibody	جسم مضاد
Alarm pheromone	فورمون تحذير	Anti - caking agent	مادة مانعة للتصجن
Aldrin epoxidase	إنزيم هادم للألدرين	Anti - cholin esterase	مضاد الكولين إستريز
Algocide	مبيد ضد الطحالب	Anti - convulsive action	الفعل المضاد للتشنج
Alceterase	إنزيم الأستراز الأليفاتى	Antidote	ترهائى — مضاد التسمم
Alkali Flame thermionic detector (AFTD)	كشف الأيونات الحرارى ذو اللهب القلوى	Anti - drift agent	مادة مانعة للانتشار
Alkaline phosphatase	إنزيم الفوسفاتيز القلوى	Anti - dusting agent	مادة مانعة لإثارة التصفر
Alkalinity	القلوية	Antifeedant	مادة مانعة للتغذية
Alkaloid	مادة شبيهة بالقلوى	Anti hormone	مضاد الهرمون
Alkalosis	التحلل القلوى	Anti - juvenile hormone	مضاد هرمون الشباب
Alkylating agent	مادة مؤلكلة	Anti - foaming agent	مادة مانعة للرغوى
Alkylation	الألكلة	(Anti-JHs)	
Allomone	رسالة كيميائية تعمد الكائن الحى المصدر	Anti metabolite	مادة مضادة للتمثيل
All - or - none law	قانون الكل ، أو لا شيء	Anti microbial agent	مادة مضادة للميكروبات
Alpha glycerophosphate dehydroase	إنزيم ألفا جليسر فوسفات ديهيدروجينيز .	Antipheromone	مضاد الفورمون
Ammonification	إنتاج النشادر	Anti - resistance	مضاد للمقاومة
Amount of residue	كمية المخلفات	Anti thyroid	مضاد للغدة الدرقية
Analogue	متشابه — نظير — مشتق	Anti trypsin	مضاد للترسين
Anatomy	علم التشريح — تشريح	Appetite anorexient	فاقد للشهية
Anastoxin	غور سام	Applicable concentration	التركيز المستخدم
Anemia	فقر الدم	Applicable insect pest	الحشرة المستهدفة
Anesthesia	فقدان الحس	Application	التطبيق
Anesthetization	التخدير	Application dosage	الجرعة المستخدمة
Angle of contact	زوايا التماس	Application rate	معدل الاستعمال
Angstrom (A°)	أنجستروم (واحد على مائة آلاف من الميكرون)	Application speed	سرعة التطبيق
		Application time	وقت التطبيق
		Applied control	المكافحة التطبيقية
		Aquatic herbicide	مبيد لمكافحة الحشائش المائية
		Aqueous concentrate	مركز مائى

Aqueous solution	محلول مائي
Aromatic content	المحتوى العطري
Aromatic esterase	إنزيم الإستراز العطري
Aromatizing	حلقة عطرية
Arsenic tolerance	احتفال الزرنيخ
Artificial diet	غذاء صناعي
Aspermia	توقف إنتاج الحيوانات المنوية
Assay of residue	تقدير المخلفات
Association neuron	خلية عصبية مساعدة
Asthma	داء الربو
Ataxia	المرض — التخلخ
Ataxia period	فترة المرض ، أو التخلخ
Atomization	التفريغ — التجزئة
ATP	مصدر الطاقة (أدينوسين ترائي فوسفات)
ATP-ase	الإنزيم المحلل للأدينوسين ترائي فوسفات
Attractant	مادة جاذبة
Attracting action	الفعل الجاذب
Attraction	الانجذاب
Attractiveness	جاذبية
Augmentation	الزيادة — الوفرة
Autocidal control	المكافحة الذاتية
Autointoxication	تسمم ذاتي
Automatism	الحركة الذاتية
Autonomic nervous system	الجهاز العصبي الذاتي
Auxiliary substance	مادة مساعدة (إضافية)
Avian testing	اختبارات السمية ضد الطيور
Avicide	مبيد ضد الطيور
Avoidance	التجنب أو الإرجاع
Avoid the Food	تجنب الطعام
Axon	محور عصبي
Axonal degeneration	تحلل المحاور العصبية
Axonic transmission	نقل محوري

B

Background residue	المخلفات القديمة
--------------------	------------------

Bacteria	بكتيريا
Bacteriolysin	محلل البكتيريا
Bacteriolysis	حل البكتيريا
Bacteriophage	مليهم البكتيريا
Bacteriostatic action	كبح نمو البكتيريا دون قتلها
Bait	طعم
Baiting method	طريقة استخدام الطعم
Band treatment	المعاملة الحزامية (الطاقة)
Bark application	معاملة القلف
Barrier	حاجز — عائق
Basicity	القلوية (القاعدية)
Behavioural control	المكافحة السلوكية
Behavioural resistance	المقاومة السلوكية
Behaviouristic avoidance	التجنب السلوكي
Behaviour of pesticide	سلوك مبيد الآفات
Behaviour pattern	أسلوب السلوك
Beneficial living organism	كائن حي نافع
Benefit versus risk	المنفعة في مقابل الخطر
Bifunctional	ثنائي التأثير
Binary mixture	مخلوط زوجي
Binding site	مكان الارتباط
Bioactive compound	مركب ذو نشاط حيوي
Bioassay	التقييم الحيوي
Biochemical defense system	نظام دفاعي حيوي كيميائي
Biochemical examination	الفحص الحيوي الكيميائي
Biochemical lesion	الضرر الحيوي الكيميائي
Biochemical mechanism	نظام أو فعل حيوي كيميائي
Biochemical oxygen demand (BOD)	الأكسجين الحيوي المطلوب
Biochemical test	اختبار حيوي كيميائي
Bioicide	مبيد حيوي
Biodegradable chemical	المركب الكيميائي القابل للانهيار الحيوي
Biodegradable DDT mimics	مشابهات الـ د.د.ت القابلة للانهيار الحيوي

Chemical decomposition	تحلل كيميائي	Coefficient of selectivity	معامل الاختيارية
Chemical injury	الضرر الكيميائي	Cohesive force	قوة الالتصاق
Chemical name	الاسم الكيميائي	Collective control	المكافحة التجميعية
Chemical receptor interaction	التداخل بين التركيب الكيميائي والمستقبل	Colorimetric	معايرة لونية
Chemical transformation	تحول كيميائي	Column chromatography	أعمدة الفصل الكروماتوجرافي
Chemical transmission	نقل كيميائي	Coma	غيبوبة
Chemical transmitter	ناقلة كيميائية	Combination	الخلط
Chemoreceptor	مستقبل كيميائي	Common name	الاسم العلمي
Chemosterilant	معقم كيميائي	Commercial formulation	المستحضر التجاري
Chemo therapeutic index	دليل العلاج الكيميائي	Combend application	التطبيق المشترك
Chitin adsorbable	قدرة الكيتين على ادمصاص المبيد	Community	مجتمع
Chitinase	إنزيم الكيتينيز	Compatibility	القابلية للخلط — التوافق
Chitinous skelton	الهيكال الكيتينى	Compensatory growth	النمو التعويضى
Chitin synthesis inhibitor	مثبط تخليق الكيتين	Complete blood count	حصر كرات الدم
Chlorinated hydrocarbons	أهدرو كربونات كلورينية	Complete daminance	سيادة كاملة
Choice test	اختبار الاختيار	Components of sterility	عناصر العقم
Cholinergic system	نظام كوليسى	Compost	سماد بلدى
Cholinesterase	إنزيم الكولين إستريز	Computed mortality	الموت المقدّر حسابياً
Cholinesterase restoration	استعادة إنزيم الكولين إستريز	Concentrate application	استخدام المركّزات
Chlorinolysis	التحلل الكلورىنى	Concentration	تركيز
Chorion	الكوريون (غلاف الجنين)	Conditional acceptable daily intake	الحد اليومي المشروط المسموح بتناوله
Chromatolysis	تحلل الكروماتيد	Conduction	التوصيل
Chromosomal aberration	شلوذ كروموسومى	Conduction blockage	وقف التوصيل
Chronic intoxication	تسمم مزمن	Conductometric	طريقة القياس بالتوصيل الكهري
Chronic low level exposure	الحد الأدنى للتعرض المزمن	Confidence limits	حدود الثقة
Chronic poisoning	التسمم المزمن	Congestion	احتقان
Chronic toxicity	السمية المزمنة	Conglutination	الالتصاق
Cirrhosis	تليف الكبد	Conjugation	الاقتران — الارتباط
Cleaning agent	مادة منظفة	Conservation	حفظ
Clean- up	التنظيف — التخلص من الشوائب	Consolidation	الاندماج
Cleavage of amide	أنتقسام الأميد	Consumption	استهلاك
Cleidoic	نظام مقفل	Contact angle	زاوية التماس
Co- adaption	التأقلم المشترك	Contact inhibition	تثبيط موضعي
Coarse dust	مسحوق تخفّر خشن	Contact insecticide	مبيد حشرى ملامس

Contamination	التلوث	Crop space application	معاملة تين النباتات
Contraction	انقباض	Crop rotation	دورة زراعية
Control	مكافحة	Cross-resistance	المقاومة المشتركة
Control agent	طريقة المكافحة	Cross-sensitivity	الحساسية المشتركة
Control effect	تأثير المكافحة	Crustacea	القشريات
Conventional aerial spraying	الرش الجوي التقليدي	Crystallization	التبلور
Conventional ground spraying	الرش الأرضي التقليدي	Cultural Control	المكافحة الزراعية
Conventional spraying	الرش التقليدي	Cumulative Frequency curve	المنحنى التكرارى المتجمع
Convulsions	ارتجافات (تشنج)	Cup technique	المعاملة بالفنجان
Cooperative control	المكافحة التعاونية	Curative effect	التأثير العلاجي
Copulation	اللقاح — الجماع	Cutaneous absorption	امتصاص الكيوتيكل
Corpus allatum	جسم كروى	Cuticular residues	متخلفات المبيد فى الكيوتيكل
Corpus cardiacum	جسم قلبى	Cuticle	الجلد
Corpus luteum	الجسم الأصفر	Cuticulin	كيوتيكيولين
Corrected mortality	الموت المصحح	Cyclization	التكوين الحلقي
Co-solvent	المذيب المرافق ، أو المساعد	Cynosis	زرقة البشرة نتيجة نقص الأكسجين فى الدم
Cototoxicity coefficient	معامل السمية المشتركة	Cylinder- plate method	طريقة الطبق الأسطوانى
Cototoxicity factor	عامل السمية المشتركة		
Cough	سعال		
Coulomb forces	قوى كولمب		
Covalent bond	رابطة اشتراكية	Daily Food consumption	الاستهلاك اليومي للطعام
Coverage	تغطية	DDT- dehydrochlorinase	الإنزيم المادم لك (د.د.ت)
Critical dose	الجرعة الحرجة	DDT- detoxifying enzyme	الإنزيم المادم لك (د.د.ت)
Critical level	المستوى الحرج	DDT- jitters	ارتجافات نتيجة المعاملة بال (د.د.ت)
Critical period	الفترة الحرجة	Deactivation	تنشيط
Critical site	موقع حرج	Deactivator	منشط
Crop persistent pesticide	مبيد ذو ثبات عامل على المحاصيل	Deamination	فقد الأمين
Crop residues	مخلفات المحاصيل	Death	وفاة
Cropping system	نظام الزراعة	Death rate	معدل الوفاة

Dechlorination	ققد الكلور	Derivative	مشتق — مادة ثانوية
Decomposition	التحلل	Dermal absorption	الامتصاص خلال الجلد
Decomposition product	نواتج التحلل	Dermal gland	غدة جلدية
Defoliant	مسقط للأوراق	Dermal irritation	تهييج الجلد
Defoliator	مادة متخصصة لإسقاط الأوراق	Dermal toxicity	السمية الجلدية
Deformation	تشوه	Desensitization	ضعف الحساسية
Deformity	مشوة	Desethylating factor	عامل ققد الإيثيل
Degeneration	تحلل	Desiccant	مادة مجففة
Degradation	انهيار	Desiccation	جفاف
Degradation and persistence curve	منحنى الانهيار ، والثبات	Desorption	الانفرد
Degradation product	نواتج الانهيار	Desulfuration	ققد الكبريت
Degradative pathway	مسار الانهيار	Detectable limit	الحد الممكن الكشف عنه
Degree of adhesion	درجة الالتصاق	Detector	كاشف
Degree of synergism	درجة التنشيط	Detergent	مادة مساعلة
Dehalogenation	ققد الهالوجين	Determination	تقدير
Dehydrochlorination	ققد الكلور	Deterrent	مانع للتذبة
Dehydrohalogenation	ققد هاليد الأيدروجين	Detoxication	فقد السمية
Dehydrogenase catalase	إنزيم ديهيدروجينيز كاتاليز	Detoxication mechanism	نظام إبطال مفعول السم
Delayed action	الفعل المتأخر	Detoxication method	طريقة إزالة التسمم
Delayed neurotoxic effect (DNTE)	التأثير السمي العصبي المتأخر	Detoxication organ	عضو مسؤل عن إزالة التسمم
Delayed paralysis	الشلل المتأخر	Detoxication therapy	علاج لإزالة التسمم
Delayed toxicity	السمية المتأخرة	Development of resistance	نمو وتطور المقاومة
Delinting	التخلص من الزغب	Diagnostic dose	الجرعة التشخيصية
Demyelination	تحلل أغلفة الميلين	Diapause	سكون
Dendrite	تفرع شجورى	Diarrhoea	الإسهال
Deodorizer	مادة مزيلة للرائحة	Dicentric chromosome	كروموسوم ثنائى المركز
Dependent joint action	التأثير المشابه للفعل المشترك	Diffusion coefficient	معامل الانتشار
Depolarization	عدم الاستقطاب	Digestive sedative	مسكن هضمى
Deposit	الراسب — المادة المتخلفة	Diluent	مادة مخففة
Deposit distribution	توزيع الراسب	Dilution	تخفيف
Deposit efficiency	كفاءة الاستقرار للرواسب	Dilution ratio	معدل التخفيف
Deposition	الاستقرار — الترسيب	Dipping	الغمر ، أو النقع
Deposit ratio	معدل الترسيب	Direct assay	التقييم المباشر
Deposit spectrum	توزيع الراسب	Direction for safe use of pesticide	تعليمات للاستخدام الآمن لمبيد الآفات
Depression	تدهور — هبوط	Direction for use	تعليمات للاستخدام
		Direct treatment	معاملة مباشرة

Disappearance curve	منحنى الاختفاء
Discriminating dose	الجرعة المميزة
Dispersal	تشتت - تفرق
Dispersal pheromone	فورمون الانتشار
Dispersable granule	مادة محبة قابلة للانتشار والتفرق
Dispersing agent	مادة مفرقة
Dispersion	التشتت
Disposal	التخلص من المخلفات
Dissociation constant	ثابت التشتت ، أو التفكك
Dissociation factor	عامل التشتت ، أو التفكك
Distillation range	مدى التقطير
Distribution	توزيع
Distribution theory	نظرية التوزيع
Dizziness	دوار - (دوخه)
Dominant	سائد
Dominant lethal assay	تقييم حيوى لسيادة الموت
Dominant lethal mutation	الطفرة المميتة السائدة
Donator	مانح
Donnan equilibrium	اتزان دونان
Dormant spray	الرش أثناء توقف النشاط
Dosage	الجرعة
Dosage- mortality curve	منحنى الموت مع الجرعة
Dosage- response curve	منحنى الاستجابة مع الجرعة
Dose	الجرعة
Dose, maximum tolerated	أقصى جرعة يمكن تحملها
Dose, median lethal	الجرعة المميتة النصفية
Dose, minimum effective	أقل جرعة مؤثرة
Dose response	الجرعة المؤثرة
Dosis curative	الجرعة العلاجية
Dosis toxica	الجرعة السامة
Drained application	معاملة المصارف
Dressing	تغطية التقلوى
Drift	الانتشار بالرياح
Drift hazard	خطر الانتشار بالرياح
Driftless dust	مسحوق قليل الانتشار
Drift turbulence	دوامة انتشارية

Dripping	تساقط المبيد
Driveling	سهولة اللعب
Droplet size	حجم القطرة
Dropping	تساقط
Dry formulation	مستحضر جاف
Dry lubricants	شموم جافة
Duct of dermal gland	قناة الغدة الجلدية
Durable resistance	المقاومة الزمنية
Duration of sterility	فترة التعقيم
Dust	مسحوق تغير
Dustability	القابلية للتغير
Dust base or concentrate	مسحوق أساسى ، أو مركز

Dust coating	التغطية بمسحوق التغير
Dust diluent	مسحوق مخفف
Dust formulation	مستحضر التغير
Dusting	عملية التغير
Dye spray card (For ULV)	كارت استقبال القطرات الملونة المتناهية الصغر
Dyspepsia	سوء الهضم
Dysphagia	عسر البلع
Dyspnea	عسر التنفس

E

Early death	الموت المبكر
Early effect	التأثير المبكر
Early seeding	البذر المبكر
Ecdysone	هرمون الانسلاخ
Eclosion	فقس - خروج
Ecological selectivity	الاختيارية البيئية
Ecological system	النظام البيئى
Ecology	علم البيئة
Economic control	المكافحة الاقتصادية
Economic injury level (EIL)	مستوى الضرر الاقتصادى

Economic threshold level (ETL)	الحد المخرج الاقتصادي
Ecosystem	النظام البيئي
Ectoparasitism	تطفل خارجي
Eczema	الإكزيما (مرض جلدي)
Edema	الاستسقاء
Effective swath width	عرض الجزر الفعال
Efficacy	الكفاءة
Efficacy testing	اختبار كفاءة المبيد
Efficiency of food utilization	كفاءة الاستفادة من الغذاء
Egg-mass	كتلة البيض — لعة
Egg stage	طور البضعة
Electric charge	شحنة كهربائية
Electric potential	الجهد الكهربائي
Electric transmission	نقل كهربائي
Electro- cardiogram (ECG)	صورة كهربية لعمل القلب
Electro- encephalogram (EEG)	صورة كهربية للمخ
Electron affinity	القابلية للإلكترونات
Electron capture detector (ECD)	الكاشف الصائد للإلكترونات
Electronegativity	الكهرية السالبة
Electron transport system	نظام نقل الإلكترونات
Electrophile	محب للإلكترون
Electrophoresis	الهجرة الكهربية
Elimination	تخلص — إزالة
Elimination organ	عضو مسؤل عن التخلص من المبيد
Elution	إزاحة — تحريك
Embryogenesis	التكوين الجنيني
Emergency control	مكافحة طارئة ، أو ضرورية
Emulsibility	القابلية للاستحلاب
Emulsifiable concentrate (EC)	مركز قابل للاستحلاب
Emulsification	استحلاب
Emulsifier	مادة مستحلبة

Emulsifying agent	مادة تساعد على الاستحلاب
Emulsion	مستحلب
Endemic disease	مرض متوطن
Endochorion	كورايون خارجي
Endocrine gland	غدة صماء
Endocrine system	جهاز الغدد الصماء
Endocuticle	طبقة الجليد الداخلي
Endogenous	داخلي المنشأ
Endolytic	يتحلل داخلياً
Endometatotoxic	مبيد جهازى تقاوى
Endoparasitism	تطفل داخلي
Endoplasmic reticulum	الشبكة الإندوبلازمية
Endothermic	داخلة الحرارة
Endotoxin	سم داخلي المنشأ
Enterocolitis	التهاب المعى ، أو القولون
Entire experimental period	فترة التجربة الكاملة
Environmental chemistry	كيمياء المركب في البيئة
Environmental contamination	التلوث البيئي
Environmental hazard	الضرر البيئي
Environmental poisoning	التسمم البيئي
Environmental pollution	التلوث البيئي
Environmental protection agency (EPA)	وكالة حماية البيئة
Environmentally acceptable chemical	مادة كيميائية مقبولة بيئياً
Enzyme	إنزيم
Enzyme system	نظام إنزيمى
Epicuticle	طبقة فوق الجليد
Epidemiology	علم الأوبئة
Epoxidation	تكوين الإيوكسيد
Equal competitiveness	منافسة تزاوجية متساوية
Equilibrium position (EP)	وضع الاتزان
Equitoxic doses	الجرعات ذات السمية المتساوية
Esterase	إنزيم تحليل الإسترات (إستريز)
Esteratic site	الموقع الإستراتي
Estimated dose	الجرعة المستتجة
Evaporation	تبخر

Excitation	المهاج
Excitation period	فترة المهاج
Excretion	الإخراج
Exochorion	كوربون خارجي
Exocuticle	طبقة الجلد الخارجي
Exotoxin	سم خارجي
Experimental error	الخطأ التجريبي
External barrier	حاجز خارجي
Extraction	الاستخلاص
Extrapolation	استكمال
Extra surface residue	مادة متخلقة سطحية
Extremely poisonous substance	مادة شديدة السمية
Exothermic	خارجية الحرارة
Exotoxin	سم خارجي المنشأ
Extrinsic factor	عامل خارجي
Exuviation	الانسلخ

F

Falling phase of action potential

مظهر الانخفاض للجهد الموجب

Fatal dose	الجرعة المميتة
Fate of pesticide	مصير مبيد الآفات
Fatigue	إجهاد - تعب
Fauna	مجموعة الكائنات الحية
Fecundity	الكفاءة التناسلية
Feeding	التغذية
Feeding deterrent	مانع التغذية
Feeding stimulant	منبه للتغذية
Female	أنثى
Female chemosterilant	مقم كيميائي للأنتى
Fertility	خصوبة ، لو حيوية
Fertilization	إخصاب - تسميد
Fibrosis	التليف
Fibrolysis	تحلل الألياف
Fiducial limits	حدود الثقة

Field test	اختبار حقل
Field trial	تجربة حقلية
Final body weight	وزن الجسم النهائي
Final printed labelling	التعليمات التي توضع على عبوة المبيد
Fine granule	مادة مجبة ناعمة
Fineness	النعمية
First aid	إسعافات أولية
Fish toxicity	السمية على السمك
Flaccid paralysis	شلل لرنحائي
Flame ionization detector (FID)	كاشف الإشعاع الأيوني
Flame photometric detector (FPD)	كاشف الإشعاع الضوئي
Flame thermionic detector (FTD)	كاشف الإشعاع الأيوني حراري
Flash point	نقطة الوميض
Fly toxin	توكسين فعال ضد الذباب
Flowability	القابلية للانتساب مع الماء
Flowable	قابل للانتساب مع الماء
Flow rate	معدل الانتساب
Foamability	القابلية لتكوين الرغوى
Foamy	رغوى
Focal necrosis	التعفن البؤري
Fog	ضباب
Fogging	ضباب
Fold of resistance	قوة المقاومة
Foliage application	المعاملة على المجموع الخضري
Foliar application	المعاملة على الأوراق
Follicular cell	خلية موصلية
Food and Agriculture Organization (FAO)	منظمة الأغذية والزراعة
Food and Drug Administration (FDA)	إدارة الأغذية والأدوية
Food attractant	جاذب للتغذية
Food chain	السلسلة الغذائية
Food consumption	استهلاك الغذاء

Food deprivation	الحرمان الغذائي
Food efficiency	كفاءة التغذية
Food factor	عامل الغذاء
Food Hygiene Law	القانون الصحي الخاص بالطعام
Food intake	الغذاء المتناول
Food lure	فورمون تجمع للتغذية
Food Sanitation Law	القانون الصحي الغذائي
Food utilization	الاستفادة من الغذاء
Formative action	الفعل التوليدي (التشكيل)
Formulation	مستحضر المبيد
Formulation versus analysis residue	

رابط طريقة تحليل المستحضرات بتقدير المخلفات

Fortified sample	عينة مقواة
Fraction	كسر — جزء
Freezing	التجمد
Frequency of use	تكرار الاستعمال
Fumigant	مادة تدخين
Fumigant action	فعل مدخن
Fumigation	عملية التدخين
Fungicidal action	الفعل ضد الفطريات
Fungicidal activity	النشاط ضد الفطريات
Fungicide	مبيد فطر
Fungus	فطر
Fungistatic action	
	إيقاف مؤقت للنمو الحضري للفطر
Furrow application	معاملة الجور

G

Ganglia	عقدة
Ganglion	عقدة عصبية
Gangrene	التنخر (الموات)
Gas Chromatography	الفصل الغازي
Gastric irrigation	الفصل المعدى
Gastric lavage	غسيل معدى
Gastritis	التهاب معدى
Gastro- intestinal irritation	تهييج معد معوي

General action	الفعل العام
General behaviour	السلوك العام
General symptom	العرض العام
General vigor	النشاط العام
Generation	جيل
Generation test	اختبار الجيل
Generator potential	المجهود المتولد
Genotype	التركيب الجيني
Geometrical isomerism	التشابه الهندسي
Gestation	الحمل
Gestation period	فترة الحمل
Giant pupa	عذراء عملاقة
Giddiness	الدوار
Global ecosystem	النظام البيئي الشامل
Glutamic oxaloacetic transaminase (GOT)	
	إنزيم الجلوتاميك أوكسالو أسيتيك ترانس أمينيز
Glutamic pyruvic transaminase (GPT)	
	إنزيم الجلوتاميك بيروفيك ترانس أمينيز
Glutathione- s- transferase (GSH)	
	إنزيم ناقل للجلوتاثيوم
Glutathione-s- transferase (GSH)	
Glycolysis	التحلل الجليكولي
Gonad	منسل (غدة تناسلية)
Gonadotrophic hormone	
	هرمون منه للغدة التناسلية
Gonatal cell	خلية جراثومية
Gonotrophic cycle	دورة نمو الخلايا التناسلية
Gossypol	المجوسبول (من مكونات النبات الثانوية)
Granular carrier	مادة حاملة حبيبة
Granulating by coating	يحبب بالتغليف
Granulating by wetting	يحبب بالبلل
Granulation	التحبب
Granule	مادة حبيبة
Gross examination	فحص شامل
Gross observation	ملاحظة شاملة
Gross sign	دلائل الضرر المورفولوجي
Ground application	التطبيق الأرضي
Growth curve	منحنى النمو

Growth inhibitor	مثبط النمو
Growth retardant	مؤخر للنمو
Guarantee limit	حد الضمان
Guideline	دليل
Guinea - big	خنزير غينيا
Gummosis	الإفراز الصمغي
Gustatory repellent	طارد للتلوق
Gustatory sense organ	عضو حسي خاص بالتلوق

H

Habitat	المسكن الدقيق
Habituation	تعود - ترويض
Haemolysis	تحلل كرات الدم
Hair sensilla	شعيرة حسية
Half - life interval	نصف فترة الحياة
Half - value period	نصف فترة القيمة
Hand picking	التقولة اليدوية
Hardness	الصلابة
Hardening	الصلابة
Hard pesticide	مبيد ذو ثبات نسبي طويل في البيئة
Harvest residue	مادة متخلفة عند جمع المحصول
Hatchability	القدرة على الفقس
Hatching	عملية الفقس
Hazard	خطر - ضرر
Headache	صداع
Healing	التعافى - انشمال
Heat processing	عملية التسخين
Heavy metal	معدن ثقيل
Hematocrit value	قيمة الهيماتوكريت
Hematology	علم دراسة الدم
Hematoma	ورم دموي
Hematoxin	توكسين دموي
Hemoglobin	هيموجلوبين - عَضَابُ الدَّم
Hemolysin	مادة تسبب انحلال الدم
Hemolysis	انحلال الدم (زوال الحَضَاب)

Hemorrhage	نزيف دموي
Hepatotoxicity	تسمم الكبد
Herbicidal action	الفعل ضد الحشائش
Herbicidal activity	النشاط ضد الحشائش
Herbicide	مبيد حشائش
Heterogeneous	تباين أو عدم تجانس
Heteroxonous	تطفل مختلط
Heterozygous	جينات غير متماثلة
Hexafunctional	سداسي التأثير
Highest dosage level	أعلى مستوى للجرعة
Highly resistant	عالي المقاومة
High volume application	التطبيق بالحجم الكبير
High volume spraying	الرش بالحجم الكبير
Hoeing	عزق الأرض
Home preparation	التجهيز المنزلي
Homogeneous	تجانس أو تجانس
Homozygous	جينات متماثلة
Histopathology	علم أمراض الأنسجة
Hole treatment	معاملة الحفر الموضعية
Hormone	هرمون
Horizontal resistance	المقاومة الأفقية
Host	عائل
Host plant	عائل نباتي
Host preference	أفضلية العائل
Humic colloid fraction	المحلول الغروي الدبالي
Hydration	هدرجة
Hydrolase	إنزيم محلل للماء
Hydrolysate	منحل بالماء
Hydrolysis	التحلل المائي
Hydrolysis constant	ثابت التحلل المائي
Hydrolytic biotransformation	تحلل حيوي مائي
Hydrolytic cleavage	انقسام ناتج عن الانحلال المائي
Hydrophile - lipo hil balance (Hilb)	التوازن المائي الدهني
Hydrophilic property	صفات حب الماء
Hydrophobic property	صفات كره الماء
Hydroxylation	الهيدروكسلة

Hyperactivity	فرط النشاط
Hyper competitiveness	منافسة زواجية فائقة
Hyperemia	احتقان الدم
Hyperergy	فرط الحساسية
Hyperexcitability	فرط المهياج
Hyperirritability	فرط التهيج
Hyperparasitism	فرط التطفل
Hypersensitivity	فرط للحساسية
Hyper tension	فرط التوتر
Hyper trophy	فرط النمو
Hypo chromic anemia	فقر الدم
Hypocompetitiveness	منافسة نزولوجية محدودة
Hyhpo tension	انخفاض ضغط الدم
Hysteria	اضطرابات عصبية (المستريا)

I

Identification	تعريف
Idiocrasia	انفعال ذاتي
Idiosyncrasy	استعداد ذاتي
Imaginal disk	قرص البلوغ
Impediate action	الفعل الفوري
Immersion	الغمر
Immunity	مناعة
Impermeability	انخفاض مستوى النفاذية
Impregnation	تغليف المواد الحاملة بحلول المبيد
Impurity	شوائب
Inability to mate	عدم القدرة على التزاوج
Inactivation	تعطيل النشاط
Incidence	حدوث
Incosequential intake	عدم تناول المتتابع
Incoordination	اختلال التوافق
Incorporation	اندماج - انضمام
Incremental spraying	الرش المضطرد في الزيادة
Independent joint action	التأثير المستقل للفعل المشترك

Indication on label	تعليمات على البطاقة
Indirect assay	التقييم غير المباشر
Inducibility	قدرة على الحفز
Induction	مفرز - استدلال
Inert	خامل
Inert ingredient	مادة حاملة
Infection	عدوى
Infecundity	انخفاض الكفاءة التناسلية
Infestation	إصابة
Inflammability	قابل للالتهاب
Ingestion	ابتلاع
Inhalation	استنشاق
Inhalation LC 50	التركيز القاتل لنصف حيوانات التجارب عن طريق الاستنشاق
Inhalation toxicity	السمية عن طريق الاستنشاق
Inherited immunity	المناعة الوراثية
Inhibition	تثبيط
Inhibition of behaviour	تثبيط السلوك
Inhibitory dose	الجرعة المثبطة
Inhibitory effect	التأثير التثبيطي
Initial deposit	الراسب الأولي (الابتدائي)
Injection	الحقن
Injection rate	معدل الحقن
Inoculation	تطعيم
Inorganic pesticide	مبيد غير عضوي
Insect	حشرة
Insect development	منشط التطور الحشري
inhibitor (IDI)	
Insect growth inhibitor (IGI)	منشط النمو الحشري
Insect growth regulator (IGR)	منظم النمو الحشري
Insecticidal action	الفعل الإبادي ضد الحشرات
Insecticidal activity	النشاط الإبادي ضد الحشرات
Insecticidal effect	التأثير الإبادي ضد الحشرات
Insecticide	مبيد حشري
Insecticide combinations	مخاليط المبيدات الحشرية
Insecticide mixtures	مخاليط المبيدات الحشرية
Insecticide rotation	دورة تناوب المبيدات الحشرية

IARC	الوكالة الدولية لبحوث السرطان
Insect pest control	مكافحة آفة حشرية
Insensitive mechanism (IM)	نظام غير حساس
Insignificant difference	فرق غير معنوي
Insignificant intake	تناول غير مؤثر
In situ	في موضعه
Institutional constraint	تنظيم تشريعي
Insomnia	الأرق
Instar	الفترة بين كل انسلخين
Integrated control	مكافحة متكاملة
Integrated pest control	المكافحة المتكاملة للآفات
Integrated pest management (IPM)	التحكم المتكامل للآفات
Integration	تكامل
Inter-genera selectivity	اختيارية بين الأجناس
Interpolation method	طريقة الاستيفاء
Intermediate metabolite	نتائج تمثيل وسيط
Intermediate resistance	مقاومة وسطية
Intermittent muscle spas	تقلص عضلي متقطع
Internal residue	مخلفات داخلية
Internal symptom	أعراض داخلية
International plant quarantine	حجر زراعي دولي
Intra-segmental membrane	غشاء بين عقلي
Intoxication	انسامام
Intramuscular injection	حقن في العضل
Intraperitoneal injection	حقن في البريتون
Intravenous injection	حقن في الوريد
Intrinsic factor	عامل داخلي (ذاتي)
Intrinsic selectivity	الاستياريية الداخلية أو الذاتية
Intrinsic toxicity	السمية الداخلية أو الذاتية
Inundation	فيضان - غمر
Inversion	انقلاب
Invertebrate	لا فقاري
Invert emulsifiable concentrate	مركز قابل للاستقلاب مقلوب
In vitro	خارج النظام الحي
In vivo	داخل النظام الحي

Ionic exchange	تبادل أيوني
Ionic force	قوة أيونية
Ionic pump	مضخة أيونية
Irradiation	تشعيع
Irritant poison	سم مهيج (مثير)
Irreversible damage	ضرر لا يمكن إصلاحه
Isolation	عزل
Isomer	متشابه
Isomerization	التشابه
Isozyme	الإنزيمات المتشابهة

J

Joint action	الفعل المشترك
Juvenile hormone (Jh)	هرمون الشباب
Juvenile hormone analogue	مشابه هرمون الشباب
Juvenile hormone inhibitor	مثبط هرمون الشباب
Juvenilization effect	إحداث الأثر الشبابي
Juvenoid (JHM)	مشابه هرمون الشباب

K

Kairomone	كايرومون (رسالة كيميائية تفيد كائناً حياً آخر)
Kauri butanol value	قيمة كوري - يوتانول
Key pest	آفة خطيرة
Kidney function test	اختبار وظيفة الكلية
Killing effect	التأثير القاتل
Knock down effect	التأثير الصارع

L

Labelling requirement	متطلبات البطاقة
-----------------------	-----------------

Laboratory test	اختبار معمل
Lachrymation	التدمع
Lactic dehydroginase (LDH)	إنزيم لايكتيك ديهيدروجينيز
Large scale application	التطبيق على نطاق واسع
Larval stage	الطور اليرق
Larvicide	مبيد ضد اليرقات
Late death	موت متأخر
Late effect	تأثير متأخر
Late seedling	زراعة متأخرة
Latent period	فترة متأخرة (محمول)
Latent poisoning	تسمم متأخر
Latin square design	تصميم المربع اللاتيني
LC ₅₀	التركيز الكافي لقتل ٥٠٪ من الأفراد
LD ₅₀	الجرعة الكافية لقتل ٥٠٪ من الأفراد
Leaching	التسرب — الترشح
Leakage	التسرب
Leptokurtis frequency curve	المنحنى التكرارى المدب

Lesion	ضرر
Lethal concentration (LC)	التركيز القاتل
Lethal concetration 50	التركيز النصفى القاتل
Lethal dosage	الجرعة القاتلة
Lethal dose 50	الجرعة النصفية القاتلة
Lethal synthesis	تخليق مميت
Level of tolerance	الحد الأمنى
Life- span toxicity study	دراسة السمية مدى الحياة
Life- time toxicity study	دراسة السمية خلال فترة الحياة
Limit of detectability	حد القياس
Limit of detection	حد الكشف
Limit of sensitivity	حد الحساسية
Lipid barrier theory	نظرية الحاجز الدهنى
Lipid biophase	نظام حوى دهنى
Lipophilic property	صفات الحب للدهون
Liposolubility	القدرة على الذوبان فى الدهون
Liquid formulation	مستحضر سائل

Liquid medium	وسط سائل
Liver function test	اختبار وظيفة الكبد
Living pesticide	المبيدات الحية للآفات
Local action	الفعل الموضعى
Local irritation test	اختبار الحياح الموضعى
logarithmic paper	ورق لوغاريتمى
Log dose-probit line (Ld-p line)	خط لوغاريم الجرعة — الاحتمال
Logarithmic phase	طور لوغاريتمى
Longevity	فترة حياة
Long-term effect	تأثير طويل الأمد
Long-term toxicity	سمية طويلة الأمد
Loss of weight	نقص الوزن
Low volume application	التطبيق بالحجم القليل
Low volume spraying	الرش بالحجم القليل
Lutein cell	خلية الجسم الأصفر
Luteinization	خروج البويضة من الغلاف
Lytic reaction	تفاعل انحلال

M

Maceration	نقع
Macroscopic observation	ملاحظة عينية
Main cause	مسبب رئيسى
Main effect	تأثير رئيسى
Maintenance	محافظة — تربية
Male	ذكر
Male chemosterilant	معمم كيميائى للذكر
Male confusion technique	طريقة إحداث الفوضى فى الذكور
Male inhibition techinque	طريقة تثبيط الذكور
Male stimulation	تنبيه الذكور
Malformation	تشوه
Malignancy	ورم خبيث
Mammal	ثديى

Mammalian toxicity	سمية الثدييات
Management	تحكم
Management by moderation	التحكم بالاحتدال
Management by multiple attack	التحكم بالمجموع المتعدد
Management by saturation	التحكم بالتشبع
Management of pesticides	تنظيم استخدام المبيدات
Management of resistance	التحكم في المقاومة
Manometric	القياس المانومتري
Masking	احتجاب
mass rearing	تربية على نطاق واسع
mass transfer	انتقال الكتلة
Mating	التزاوج
Mating behaviour	سلوك التزاوج
Maximal dose	
Maximum allowable concentration (MAC)	أقصى تركيز مسموح به
Maximum no- effect Level (MNL)	أقصى مستوى عدم التأثير
Maximum safety level	أقصى حد أمان
Maximum tolerated dose	أقصى جرعة يمكن تحملها
Mean diameter	متوسط القطر
Mechanical control	مكافحة ميكانيكية
Mechanical strength	قوة الشد الميكانيكية
Mechanism of resistance	ميكانيكية المقاومة
Median knock- down time (KT ₅₀)	نصف الوقت اللازم لحلول الصرع
Median lethal concentration (LC ₅₀)	نصف التركيز القاتل
Median lethal dose (LD ₅₀)	الجرعة القاتلة النصفية
Median response level	مستوى الاستجابة النصفية
Median tolerance limit	نصف الحد المسموح به
Median tolerated limit (TLM)	نصف الحد الممكن تحمله
Medicine	دواء (علم الطب)
Medulla	النخاع
Medulla oblongata	النخاع المستطيل

Melting or setting point	نقطة الانصهار ، أو التصلب
Membrane damage	تطعم الغشاء
Membrane potential	الجهود الغشائية
Metabolic antagonism	مضاد تمثيل
Metabolic derangement	خلل في التمثيل
Metabolic pathway	مسار تمثيل
Metabolic product	ناتج تمثيل (ناتج أيضي)
Metabolic response	استجابة تمثيلية
Metabolism	التمثيل (الأيض)
Metabolite	ناتج تمثيل
Method of application	طريقة التطبيق
Micro applicator	جهاز الماملة الدقيق
Microbe	ميكروب
Microbial control	المكافحة الميكروبية
Microbial decomposition	الانحلال الميكروبي
Microbial insecticide	مبيد حشري ميكروبي
Microbial pesticide	مبيد آفات ميكروبي
Micro- bioassay	تقدير حيوي لكميات قليلة من المبيد
Micro coulometric detector	كشاف كهربي دقيق
Micro- encapsulated	مبيدات مجهزة في صورة كبسولات دقيقة
Micro granules	مبيدات دقيقة
Micro- organism	كائن حي دقيق
Micropyle	نقير
Microscopic examination	فحص مجهرى
Microsomal fraction	الجزء الميكروسومي
Microsome	ميكروسوم
Microwave	الموجة الدقيقة
Microsyringe	محجن دقيق
Mineralization	المعدنة
Mineral oil	زيت معدني
Minimal medium	البيئة الدنيا
Minimum detectable amount	أقل كمية يمكن تقديرها
Minimum inhibitory concentration (MIC)	أقل تركيز مثبط

Minimum lethal dose	أقل جرعة مميتة
Minimum toxic level	أقل مستوى سام
Miscibility	الامتزاج
Mist spray	رش على صورة رذاذ
Mist spraying	رش الرذاذ
Mite	أكاروس
Miticidal action	الفعل الإهادي ضد الأكاروسات
Miticide	مبيد أكاروسي
Mitochondria	ميتوكوندريا (الحبيبات الخيطية)
Mixed-function oxidase (MFO)	إنزيم الأكسدة
Mixture	مخلوط
Mobility	قابلية التحرك أو الانتقال
Mode of action	طريقة الفعل
Mode of administration	طريقة المعاملة
Mode of application	طريقة المعاملة
Mode of entry	طريقة الدخول
Molecular affinity	التوافق بين الجزيئات
Molecular weight	الوزن الجزيئي
Molluscs	الرغويات
Monofunctional	وحيد التأثير
Monitoring	تحذير — تتيبه
Monogamous	وحيد التزاوج
Monotoxic	سم وحيد التأثير
Monoxamous	تطفل فردي
Monster	مشح — تشوه خلقي
Monstrosity	المشح
Moribund	مختصر (مشرف على الموت)
Morphogenetic effect	التأثير على التكون الشكلي
Morphology	علم دراسة الشكل الخارجى
Mortality	موت
Motility	حرك
Motoric paralysis	شلل حركي
Motor neuron	خلية عصبية حركية
Moulting	عملية الانسلاخ
Moulting hormone (MH)	هرمون الانسلاخ
Movement of pesticide	حركة مبيد الآفات

Mulching	المهاد
Multi- effect	التأثير المتعدد
Multiparasitism	تطفل متضاعف
Multiple housing	التربية الجماعية
Multiple mating	التزاوج المتعدد
Multiple resistance	المقاومة المتعددة
Multi- site action	التأثير على أهداف متعددة
Muscle	عضلة
Muscle fibre	لبنة عضلية
Muscle tone	شكل العضلات
Muscular fasciculation	تجمع ، أو تحزم عضل
Mutagenesis	التبدل الخلقى — الطفرى
Mutagenic	المسبب الطفرى
Mutagenicity	التحويلية — التبديلية
Mutagenic potential	الاقترار الطفرى
Mutant aliesterae	إنزيم الإستراز الأليفاقى الطفرى
Mutation frequency	مرات التحول
Myelin sheath	غمد ميلينى
Myosis	انقباض حذقة العين
Myxoma	ورم مخاطى

N

Narcotic poison	سم مخدر
Narrow spectrum	مدى محدود
natural balance	التوازن الطبيعى
Natural control	المكافحة الطبيعية
Natural diet	غذاء طبيعى
Natural enemy	العدو الحيوى
Natural insecticide	المبيد الحشرى الطبيعى
Natural juvenile hormone (JHA)	هرمون الشباب الطبيعى
Naturally occurring insecticides	مبيدات حشرية ذات أصل طبيعى
Natural mortality	الموت الطبيعى
Natural selection	الانتخاب الطبيعى

Natural selection process عملية الانتخاب الطبيعي
 Natural pesticide مبيد آفات طبيعي
 Natural tolerant تحمل طبيعي
 Nature conservation صيانة الطبيعة
 Nature of exposure طبيعة التعرض
 Nausea غثيان — دوار
 N- dealkylation
 فقد مجموعات الألكيل المتصلة بذرة النيتروجين
 Necrosis تعفن — موت موضعي
 Negative after potential الجهد السالب بعد الموجب
 Negative Correlated pesticides الارتباط السلبى للمبيدات
 Negative correlated toxicity الارتباط السلبى للسمية
 Negatively correlated cross resistance الارتباط السلبى للمقاومة المشتركة
 Negative response الاستجابة السلبية
 Negative Skewness التواء سالب
 Negative temperature coefficient معامل حرارى سالب
 Nematocidal action الفعل ضد الديدان
 Nematicide مبيد ديماتودى
 Nematode ديماتودا
 Neotenin هرمون الشباب ، أو ثبات الحالة
 Neoteny (التصاى)
 nerve conduction التوصيل العصبى
 Nerve gas غاز أعصاب
 Nerve impulse سيال عصبى
 Nerve poison سم عصبى
 Nerve receptor مستقبل عصبى
 Nervous system جهاز عصبى
 Neural transmission نقل عصبى
 Neuro active toxin التوكسين العصبى النشط
 Neuroblastogenesis التكوين الجنينى للجهاز العصبى
 Neuromuscular junction الموصل العصبى العضلى
 Neuromuscular poison سم عصبى عضلى
 Neuron خلية عصبية

Neurosecretory cell خلية عصبية مفرزة في المخ
 Neurotoxic esterase الإستيريز المرتبط بالسمية العصبية
 Neurotoxin التوكسين العصبى
 Nitrification عملية النترية
 No discernible adverse effect التأثير الضار غير الملحوظ
 No effect level المستوى عديم التأثير
 No-biological degradation انهيار غير حيوى
 Non effect level مستوى عديم التأثير
 Normal distribution curve منحنى التوزيع الطبعى
 Normal frequency curve المنحنى التكرارى المحتدل
 Normal value القيمة العادية
 Non preference عدم التفضيل
 Non - polar غير قطبى
 No - observable effect تأثير غير ملاحظ
 No - observable effect level (NOEL) مستوى مؤثر غير ملاحظ
 No target organism كائن حي غير مستهدف
 N-oxidation أكسدة ذرة النيتروجين
 Noxious gas غاز ضار بالصحة
 Nucleophile محب للنواة
 Number of generations عدد الأجيال
 Numerical activity rating معدل النشاط حسابياً
 Nutrition التغذية
 Nutritional requirements المتطلبات الغذائية



Objective sample عينة مستهدفة
 Obligate parasite طفيل إجبارى
 Observed mortality الموت الملاحظ
 Occasional pest آفة عرضية
 Occupational poisoning تسمم مهنى
 O- dealkylation

فقد مجاميع الألكيل المتصلة بذرة الأكسجين

Odour	رائحة
Official testing	اختبار رسمي
Off - flavor	غير مقبول الطعم
Oil concentrate	مركز زيتي
Oil solution	محلول زيتي
Omnivores	آكلو كل شيء (نباتي وحيواني) . (القوارت)
Oncogenic	محدث للأورام
One- to many correspondance	انتشار التأثير إلى باقي المجموع
One- to one correspondance	تأثير الجزء للمعامل فقط
Oncogenicity	علم الأورام الوراثية
Oocyte	خلية بيضة
Oogenesis	دورة تكوين البويضات
Oogenia	امهات البيض
Op- detoxifying enzyme	

	إنزيم هادم للمبيد الفوسفوري العضوي
Opportunity Factor	عامل إتاحة الوقت
Optical isomerism	التشابه الضوئي
Optimal quality	النوعية المناسبة
Oral administration	المعاملة عن طريق الفم
Oral toxicity	السمية عن طريق الفم
Organ affinity	التوافق العضوي
Organochlrine insecticide	مبيد حشري كلوريني عضوي
Organogenesis	التعضي
Organophosphorus insecticide	مبيد فوسفوري عضوي
Orientation	توجيه
Orientation source	مصدر التوجيه
Os	عظم
Osteoma	ورم عظمي
Out door application	المعاملة في الأماكن المفتوحة
Ovary	مبيض
Overall application	تطبيق شامل
Ovicidal action	الفعل السام ضد البيض
Ovicide	مبيد ضد البيض

Oviposition	وضع البيض
Oviposition lure	فورمون وضع البيض
Oviposition period	فترة وضع البيض
Ovulation	التبويض
Ovum	بويضة
Oxidase	إنزيم التأكسد (أوكسيديز)
Oxidase - inducing agents	محفزات إنزيمات التأكسد
Oxidation	الأكسدة
Oxidation - reduction system	نظام التأكسد والاختزال
Oxidant	مادة مؤكسدة
Ozonolysis	تحلل أوزوني

P

Painting	دهان - طلاء
Paired emulsifies	مواد استحلاب مزدوجة الفعل
Palatability	الاستساغة
Paper chromatography	الفصل الكروماتوجرافي الورقي
Paper factor	النشاط الشباني لبعض المستخلصات النباتية
Paraffinicity	مستوى البرافين
Paralysis	شلل
Paralysis period	فترة الشلل
Parapheromone	شبيه الفورمون
Parasite	طفيل
Parasitism	تطفل
Parent compound	مركب أساسي
Partial dominance	سيادة غير كاملة
Particle size	حجم الجسيم
Parturition rate	معدل الولادة
Passive diffusion	الانتشار السلبي

Paste	معجون (عجينة)	Pharmacology	علم دراسة العقاقير
Patent period	فترة الاحتكار ، أو الامتياز	Phenobarbital	الفينوباربیتال
Pathogen	مسبب المرض	Phenolase	إنزيم الفينوليز
Pathology	علم دراسة الأمراض	Phenoloxidase	إنزيم الفينول أو كسيليز
Peeling operation	عملية التقشير	Pheromone	جاذب جنسي (الفورمون)
Pellet	قرص	Pheromone potentiator	مقوى الفورمون
Penetrant aid	مادة مساعدة على النفاذ	Phosphatase	إنزيم الفوسفاتيز
Penetration	نفاذية	Phosphoglyceric enolase	إنزيم الفوسفوجليسيريك إينوليز
Penetration- delayed factor	عامل تأخر النفاذية	Phosphorylation	الفسفرة
Penetration of residue	تغلل الخلفات	Photoactivation	تنشيط ضوئي
Perennial pest	آفة دائمة	Photoalteration	تعديل ضوئي
Period of half decay	نصف فترة الفساد	Photochemical reaction	تفاعل ضوئي كيميائي
Period of prohibited use	فترة منع الاستخدام	Photodecomposition	التحلل ضوئي
Peripheral convulsion	تشنج طرفي	Photo isomerization	تشابه ضوئي
Peripheral nerve	عصب طرفي	Photolysis	انحلال ضوئي
Peripheral nervous system	جهاز عصبي طرفي	Physical control	بناء ضوئي
Peritrophic membrane	غشاء حول غذائي	Physical factor	عامل طبيعي
permanence	بقاء أو ثبات	Physical poison	سم طبيعي
Permeability	تغلل — نفاذ	Physical separation	فصل طبيعي
Permanent parasite	طفيل دائم	Physiological active substance	مادة نشطة فسيولوجيًا
Permissible level	الحد المسموح به	Physiological Lesion	ضرر فسيولوجي
Persistence	ثبات	Physiological resistance	مقاومة فسيولوجية
Persistent toxicity	السمية الدائمة	Physiological selectivity	الاختيارية الفسيولوجية
Pest	آفة	Physiology	علم وظائف الأعضاء
Pest control	مكافحة الآفات	Phytophagous	التغذية على النبات
Pesticide	مبيد الآفات	Phytotoxicity	الأثر الضار على النبات
Pesticide pollution	التلوث بالمبيدات	Pipe duster	عفارة آلة ذات خرطوم
Pesticide poisoning	التسمم بالمبيدات	Piscicide	مبيد القوامع
Pesticide residue	مخلفات المبيدات	Pka	معيار للتعبير عن قوة التفاعلة
Pesticide residue analysis	تحليل مخلفات المبيدات	Plant growth regulator (PGR)	منظم النمو النباتي
Pest management	التحكم في الآفات	Plant protection	وقاية النبات
Pest management index	دليل التحكم في الآفات	Plant protection law	قانون وقاية النبات
Pest resurgence	موجة وبائية من الآفة	Plant quarantine	حجر زراعي
Petroleum oil	زيت بترول	Plant resistance to pest	مقاومة النبات للآفة
PH	درجة الحموضة		
Pharmacological action	فعل دوائي		
Pharmacological antagonist	تضاد دوائي		

Plant spacing	مسافات الزراعة	Post adaptation	التأقلم الطفرى
Plant trap	مصيدة نباتية	Post hatching	بعد الفقس
Plateau	هضبة	Post harvest residue	مادة متبقية بعد جمع المحصول
Platykurtis frequency curve	المنحنى التكرارى المفرطح	Post synaptic membrane	غشاء ما بعد الاشتباك العصبي
Plot shape	شكل القطعة	Post treatment temperature	حرارة ما بعد المعاملة
Plot size	حجم القطعة	Potentiating effect	التأثير المقوى
Ploughing	حرث الأرض	Potential	تقوية
Poison	سم	Potentiator	مقو
Poison bait	طعم سُمى	Potentiometric	قياس التواتج الأيونية
Poisoning diagnosis	تشخيص التسمم	Potter tower	برج بوتر
Poisoning mechanism	ميكانيكية التسمم	Pour point	نقطة الانسكاب
Poisonous bait	طعم سام	Powdered carrier	مادة حاملة جافة
Poisonous substance	مادة سامة	Powdered diluent	مادة مخففة جافة
Polar	قطبي	Part per billion (ppb)	جزء لكل بليون (معيار لتركيز المبيد)
Polarity	قطبية	Part per million (ppm.)	جزء لكل مليون (معيار لتركيز المبيد)
Polarization	استقطاب	Practical residue limit	حد المخلفات العملي
Pollinator	ملقح	Pre adaptation	التأقلم الطبيعي
Pollution	التلوث	Precancerous stage	مرحلة قبل تكوين السرطان
Pollution control	مكافحة التلوث	Precast	احتياط
Pollution- free pesticide	مبيد آفات لا يحدث تلوثاً	Precision dusting	التصغير الدقيق
Poly basic	عديد القاعدية	Predation	الافتراس
Polycythemia	زيادة إحمراء الدم	Predator	المفترس
Polygamous	عديد التزاوج	Pre harvest interval	فترة ما قبل الحصاد
Polymerization	البلمرة	Pre harvest use	استخدام ما قبل الحصاد
Poly morphism	تعدد الأشكال	Prehatching	قبل الفقس
Poly or multi- resistance	المقاومة المتعددة	Preliminary test	اختبار أولي
Poly xeny	متعدد التطفل	Premortal	ما قبل الموت
Population	عشيرة	Preservative	مادة حافظة
Population density	كثافة التعداد — معدل التزاوج	Presumed safe level	مستوى الأمان المفترض
Population dynamic	ديناميكية العشيرة	Pre-synaptic membrane	غشاء ما قبل الاشتباك العصبي
Pore canal	قناة ثقبية	Pre-treatment temperature	حرارة ما قبل المعاملة
Positive anemotaxis	توجيه بفعل التيار الهوائى	Preventive application	المعاملة الوقائية
Positive phase	المظهر الموجب	Preventive effect	تأثير وقائى
Positive skewness	التواء موجب		
Positive temperature coefficient	معامل حرارى موجب		

Preventive fungicide	مبيد فطري وقائي
Preventive value	الكفاءة الوقائية
Prey	ضحية
Primar pheromone	فورمون تمهيدى
Primary metabolism	تمثيل أولى
Primary shock	صدمة أولية
Primer effect	تأثير أولى
Principal action	الفعل الأساسى
Probable safe intake (PSI)	حد الأمان المحتمل عن طريق تناول الطعام
Probit analysis	التحليل الاحصائى للإحتلالات
Procuticle	جلد أولى
Product chemistry	كيمياء المنتج
Prolonged action	الفعل طويل الأثر
Prothoracic gland	غدة الصدر الأمامى
Prothoracicotrophic hormone (PITH)	هرمون المخ
Propellant	غاز دافع للأيروسول
Proper timing for application	التوقيت المناسب للتطبيق
Propesticide	مبيد آفات أولى
Prophylactic agent	مادة وقائية
Propose tolerance	الحمل المفترض
Protective colloid	غروى حافظ
Protective fungicide	مبيد فطري وقائي
Protective mechanism (PM)	نظام واقى
Protective stupefaction	التحذير الوقائى
Proteinaceous	شبيه البروتين
Proteolytic enzyme	إنزيم محلل للبروتين
Protoplasmic poison	سم بروتوبلازمى
Protozoa	بروتوزوا
Provisional cuticle	جلد مؤقت
Proximate carcinogen	مادة ذات أحتال تأثير سرطانى
Pulmonary congestion	احتقان الشعب الهوائية
Pulsation rate	معدل النبض
Pulvilli	وسادة
Purity	نقاء
Pseudo cholin esterase	إنزيم الكولين إستريز الكاذب

Pyrethroid	بيروثريد غثقى
Pyruvic oxidase	إنزيم البيروفيك أوكسيديز

Q

Qualitative	نوعى
Qualitative response	الاستجابة النوعية
Qualitative selectivity	تخصص نوعى
Quality control	دراسة مطابقة المستحضر للمواصفات
Quality test	اختبار الجودة
Quantal response	الاستجابة الكمية
Quantitative	كمى
Quantitative response	الاستجابة الكمية
Quantitative selectivity	تخصص كمى
Quarantine	حجر
Quick action	الفعل السريع

R

Race	سلالة
Radiation	إشعاع
Radio active material	مادة ذات نشاط إشعاعى
Radio active wastes	مخلفات الإشعاع
Radioactivity	النشاط الإشعاعى
Radiometric	طريقة القياس الإشعاعى
Radiotracers	كاشف الآثار الإشعاعية
Randomization	المشوائية
Randomized block	تصميم الشريحة العشوائى
Ranking method	اختيار التمييز المقارن
Rapid action	الفعل السريع
Rate of application	معدل الاستخدام
Rate constant	ثابت المعدل
Rate of degradation	معدل الانهيار
Realistic field trial	التقييم الحقلى الواقى
Rearing	تربية
Recessive	متنح

Recommended concentration	التركيز الموصى به	Residual persistence	ثبات المخلفات
Recommended dose	الجرعة الموصى بها	Residual property	صفات المخلفات
Recovered Fertility	استرجاع الخصوبة	Residual toxicity	سمية المخلفات
Recovery	استرجاع	Residue	مخلفات
Reduced penetration	انخفاض النفاذية	Residue analysis	تحليل المخلفات
Reduction	اختزال	Resistance	مقاومة
Reentry	إعادة الدخول	Resistance induced enhanced susceptibility	
Refugia	منطقة منزلة	(RIRS)	
Refuse to eat	رفض الطعام	زيادة الحساسية الناتجة عن اكتساب المقاومة	
Registration	تسجيل	Resistance ratio	نسبة المقاومة
Regulatory control	الخاضعة للدورية المنتظمة	Resistant strain (RS)	سلالة مقاومة
Regurgitation	الإرجاع	Resistant variety	صنف مقاوم
Regression coefficient	معامل الانحدار	Respiration	التنفس
Rejectant	الرفض — التبدد	Respiratory enzyme	إنزيم التنفس
Relative potency	الكفاءة النسبية	Respiratory failure	فشل في التنفس
Relative stability	ثبات نسبي	Respiratory poison	سم تنفسي
Release	تحرير — انقراض	Response	استجابة
Releasing Factor	عامل الانفراج	Resonance	معاودة الظهور على السطح
Releaser pheromone	فورمون فوري	Resting potential	الجهد السالب (جهد سكون)
Remote action	الفعل البعيد	Restricted use	استخدام مقيد
Renwal approach	الطريقة المتجددة	Resurgence	انفجار في التعداد
Reperated application	معاملة متكررة	Reversion of resistance	انعكاس المقاومة
Repellency	طارد	RF value	قيمة معدل الانسياب
Repellent	مادة طاردة	Ridge application	معاملة الحواف
Repetitive discharge	تكرار تفريغ وإطلاق الشحنات	Rising phase of action potential	المظهر المرتفع للجهد الموجب
Replacement	إحلال		
Replicate	مكرر	Rodent	حيوان قارض
Reproducibility Replicate	تكرار حدوث الظاهرة تحت نفس الظروف	Rodenticide	مبيد لمكافحة القوارض
Reproduction	التكاثر	Rotary atomizer	بشوري دائري
Reproductive Capacity	القدرة التناسلية	Roto cultivation	دورة زراعة
Reproductive potential	الانتشار التناسلي	Row treatment	معاملة الخطوط
Residual activity	النشاط الباق للمخلفات	Run - off	التساقط — الجريان
Residual deposit	راسب المخلفات		
Residual effectiveness	الفاعلية الباقية للمخلفات		
Residual Film	الغشاء الرقيق المتبقى		
Residual insecticide	مبيد حشري ذو أثر باق		

S

Safety agricultural use	الاستخدام الزراعي الآمن
Safety evaluation	تقييم الأمان

Safety factor	عامل الأمان	Severe pest	آفة خطيرة
Safety margin	حد الأمان	Sex attractant	جاذب جنس
Safety precautions	احتياطات الأمان	Sex lure	جاذب جنس
Salivation	نزول اللعاب الزائد	Sex pheromone	فورمون جنسى
Sampling area	مساحة العينات	Sex sterilized	حساسية الجنس للمعقم
Saponification	التصبن	Sexual aggressiveness	الاعتداء الجنسي
Saturation point	نقطة التشبع	Sexual competitiveness	المنافسة التزاوجية
Schiff base	قاعدة شف	Short - term	المدى القصير
Sciatic nerve	عصب وركي	Short-term toxicity test	اختبار السمية على المدى القصير
Sclerotization	ترسيب الإسكلروتين (التصلب)	Side effect	تأثير جانبي
Secondary metabolism	تخليق ثانوى	Side treatment	معاملة جانبية
Secretion	إفراز	Sigmoid curve	منحنى شبيه بحرف (S)
Secure toxic level	حد السمية الآمن	Silica aerogel	مسحوق يمتص الشمع
Sediment	راسبه	Similar joint action	التأثير المتشابه للفعل المشترك
Seed coating	تغطية البذور	Significant difference	فرق معنوى
Seed dressing	تغطية البذور	Site of action	مكان التأثير
Seed furrow treatment	معاملة مراقد البذور	Site of detoxication	مكان فقد السمية
Seed soaking	نقع البذور	Skewness frequency curve	المنحنى التكرارى ذو الالتواء
Seed treatment	معاملة البذور	Slid-dip technique	طريقة غمر الأسطح
Selection	انتخاب — اختيار	Slimicide	مادة مثبطة لنمو الكائنات الدقيقة
Selection pressure	ضغط انتخابى	Slope	الميل
Selective absorption	امتصاص انتقائى	Slow action	فعل بطئ
Selective action	فعل متخصص	Slurry treater	جهاز معاملة البذور
Selective agent	عامل انتخابى	Smoke	مدخن
Selective inhibitor	مثبط متخصص	Smoking	تدخين
Selective insecticide	مبيد متخصص	Smothering action	الفعل التدخينى
Selective mammalicide	سم متخصص للتدييات	Soil contamination	تلوث التربة
Selective toxicity	السمية الانتقائية (المتخصصة)	Soil fumigant	مدخن للتربة
Selectophore	مجموعة متخصصة	Soil injection	حقن التربة
Semiochemical	مادة ناقلة للرسائل الكيميائية	Soil reaction	تفاعلات التربة
Sensitive mechanism (SM)	نظام حساس	Soil residue	مخلفات فى التربة
Sensitivity	حساسية	Soil sterilant	معقم التربة
Sensitization	استشعار	Soil treatment	معاملة التربة
Sensory neuron	خلية عصبية حسية	Soil trench treatment	معاملة الخنادق
Serine enzyme	إنزيم السيرين	Solid formulation	مستحضر صلب
Serosal cuticle	جلد مصل		
Setting point	نقطة الاستقرار		

Solid medium	وسط صلب	Stability	ثبات
Solubility	الذوبان	Stabilizer	مثبت
Solubilization	الذوبانية	Stabilizing agent	مادة مثبتة
Stoube powder	مسحوق يذوب في الماء	Stable insecticide	مبيد حشري ثابت
Solution	محلول	Stage	طور
Solvency	الإذابة	Stationary phase	وسط ثابت
Solvent	مذيب	Starvation	تجويع (صيام)
Sorption index	دليل الامتصاص	Statistical analysis	التحليل الإحصائي
Sorptivity	القابلية للامتصاص	Stereochemistry	الكيمياء الفراغية
Space effect	التأثير المكاني	Sterilant	مادة محددة للمعقم
Spastic paralysis	شلل تشنجي	Sterile male technique	طريقة تعقيم الذكور
Specific antagonist	مضاد متخصص	Sterility action	فعل تعقيمي
Specific density or gravity	الكثافة النوعية	Sterilization	تعقيم
Specificity	التخصص	Sterilization source	مصدر تعقيمي
Specific receptor	مستقبل متخصص	Sterilizing effect	تأثير تعقيمي
Specific toxicity	السمية النوعية	Sticker	مادة لاصقة
Specified poisonous substance	مادة ذات سمية متخصصة	Sticky card	كارت لاصق
Spectrometry	قياس الطيف	Stiffening of cytoplasm	صلابة ، أو تجمد السيتوبلازم
Spectrum of activity	مدى ، أو مجال النشاط	Stimulant	منبه
Sperm	حيوان منوي	Stimulation	تنبيه
Spermatogenesis	دورة تكوين الحيوانات المنوية	Stimulation of behaviour	تنبيه السلوك
Spermatogenic cycle	دورة تكوين الحيوانات المنوية	Stock solution	المحلول الأصلي
Spermatogonia	أصهار المنى	Stomach leavage	غسيل المعدة
Spike	منحنى حاد	Stomach poison	سم معدى
Spinal Cord	الحبل الشوكي	Strain	سلالة
Spongy	إسفنجي	Stream distillation	تقطر البخار
Spot application	معاملة موضعية	Stripping	عملية الاستخلاص
Spray	رش	Stripping solution	محلول مستخلص
Spray calendar	جدولة الرش	Storage stability	الثبات تحت ظروف التخزين
Spray compatibility chart	خريطة التوافق الحلطى بين محاليل الرش	Sub - acute dietary icgg	تركيز تحت حاد يقتل ٥٠٪ من الأفراد عن طريق الغذاء
Spray volume	حجم الرش	Sub-acute toxicity	سمية تحت حادة
Spreader	مادة ناشرة	Sub-chronic toxicity	سمية تحت مزمنة
Spreader factor	عامل الانتشار	Sub-cutaneous injection	حقن تحت الجلد
Spreading property	صفات الانتشار	Subcuticular residue	مخلفات تحت الكيوتيكل
Spumaline	إفراز غروي هيجروسكوبي		

Sub-lethal concentration	تركيز تحت مميت	Synergist	مادة منشطة
Sub irrigation	الرى تحت السطح	Synergistic action	فعل تنشيطي
Sub-sterilizing dose	جرعة تحت معقمة	Synergistic activity	قوة تنشيطية
Substrate	مادة تتفاعل	Synergistic effect	تأثير تنشيطي
Substrate-enzyme binding	ربط الإنزيم مع مادة التفاعل	Synergistic ratio (SR)	نسبة التنشيط
Sub surface movement	تحرك تحت سطحي	Synthetic organic insecticide	مبيد حشري عضوي مخلق
Succinic dehydrogenase	إنزيم السكسينيك ديهيدروجينيز	Synthetic pyrethroids	البيروثيريدات المخلقة
sulfoxidation	تكوين السلفوكسيدات	Syotemic	جهازى
Summation	تجميع	Systemic action	الفعل الجهازى
Super ovulation	تبيض فائق	Systemic effect	التأثير الجهازى
Super-parasitism	تكرار التطفل	Systemic insecticide	مبيد حشري جهازى
Supplemental	مادة محسنة		
Surface acidity	حموضة السطح		
Surface active agent	مادة ذات نشاط سطحي		
Surface activity	نشاط سطحي	Tablet	قرص
Surface movement	تحرك سطحي	Tambling	طحن العينات مع المنيب
Surface tension	توتر سطحي	Tampering	الغش التجارى
Surfactant	مادة ناشرة	Tanent hair	شعرة غدية
Surveillance	مراقبة	Tangle food	الطعام الخادع
Survival	بقاء - حياة	Tanning	دبغ
Susceptible strain (S.S.)	سلالة حساسة	Target	هدف
Susceptibility	حساسية	Taxonomy	علم دراسة التقسيم
Susceptibility	التعلق	Technical	تكنيكي - فنى
Susceptive period	فترة التعريض	Technical ingredient	مادة فعالة عادية
Sustained feeding	الاستمرار فى التغذية	Temperature coefficient	معامل الحرارة
Swallowing	الابتلاع	Temporary acceptable daily intake	الحُد اليومي المؤقت المسموح بتناوله
Swath	ضربة الرشاشة	Temporary action	الفعل المؤقت
Swath width	عرض حجر الرش	Temporary parasite	طفيل مؤقت
Sweating	الغرق	Temporary tolerance	الحُد المسموح بوجوده مؤقتا
Synapse	مركز اشتباك	Tentative negligible daily intake	كمية تناول اليومي الممكن تجاهلها
Synaptic gap	حفرة مركز الاشتباك	Teartogenic	مادة معدة للتشوه الخلقي
Synaptic transmission	نقل اتصالي	Teratogenicity	ظاهرة التشوه الخلقي (المسخ)
Synchronization	توافق زمنى		
Syndrome	تزامن		
Synergism	تنشيط		

T

Teratology	علم الملوخ والتشوهات
Terminal residue	كمية المخلفات النهائية
Testis	خصية
Tetanic paralysis	شلل انقباضى
Tetrafunctional	رباعى التأثير
Theoretical maximum residue contribution (TMRC)	

الحد الأقصى النظرى للمنتجات

Thermal degradation	الانحيار الحرارى
Thermostable exotoxin	سم خنلجى ثابت فى الحرارة
Therapeutic effect	تأثير علاجى
Therapy	علاج
Thickening agent	مادة تقطل من الانشار
Thin layer chromatography	
Third generation of pesticides	طريقة الفصل على رقائق الكروماتوجرافى

الجيل الثالث للمبيدات الآفات

Threshold	حرج — حرجة
Threshold dose	الجرعة الحرجة
Threshold level	المستوى الحرج
Threshold limit	الحد الحرج
Tick	قراد
Time effect	التأثير الزمنى
Timely application	تطبيق زمنى

Time- mortality curve	
	منحنى العلاقة بين الموت والوقت

Tissue culture	زراعة الأنسجة
Titration	معايرة
Tolerance	تحمل

Tolerance for pesticide residue	
	تحمل مخلفات المبيدات
Tolerance level	مستوى التحمل

Tonic & Clonic convulsion	
	تشنجات توتربة وارتجاجة

Top dressing	تنظية سطحية
Topical application	معاملة قمية (موضعية)
Total count	التعداد الكلى

Toxicant	سم
Toxic dose	جرعة سامة
Toxic group	مجموعة سامة
Toxicity	السمية
Toxicity category	درجة السمية
Toxicity index	دليل السمية

الصفات أو الخصائص السامة

Toxicology	علم دراسة السموم
Toxic symptom	أعراض التسمم
Toxin	سم (توكسين)
Toxophore	حامل السم
Tracheal penetration	النفاذة خلال الجهاز القصى
Tracheoles	قصبات هوائية
Trade name	الاسم التجارى
Transduction	الانتقال العارض

Transformation	تحول
Translocation	انتقال داخل النبات

Transport	ينتقل
Tremor	ارتعاش (ارتجاف)
Tremulousness	التصلب

Trial following pheromone	فورمون تتبع الأثر
Trifunctional	ثلاثى التأثير
Trimming operation	عملية التهذيب

Trivial temporary effect	تأثير مؤقت ضعيف
True cross resistance	المقاومة المشتركة الحقيقية

True cholin esterase	إنزيم الكولين إستريز الحقيقى
Trunk application	معاملة الجذع
Trunk painting	دهان الجذع

Tumor	ورم
Typical spread factor	عامل الانتشار القياسى
Tyrosinase	إنزيم التيروسينيز

U

Ultra low volume (ULV)

الرش بالمحجم المتناهى فى الصغر

Ultra violet light	الأشعة فوق البنفسجية
Ultima carcinogen	المسبب النهائي للسرطان
ULV Solution	محلول متناه في الصغر
Uncomplicated cross resistance	المقاومة المشتركة غير المعقدة
Unconsciousness	عدم الوعي (الإغماء)
Uniform application	تطبيق متجانس
Unintentional residue	مخلفات غير عرضية
Universality	العمومية — العالمية
Unsulfonated residue	مخلفات غير مسلفنة
Ununiformity of application	عدم تجانس التطبيق
Upper limit of pesticide residue	الحد الأعلى لمتبقى المبيد

Urinalysis	تحليل البول
Urination	التبول
Use dilution	التخفيف عند الاستعمال
Use pattern	مجال الاستخدام
Use- permitted period	فترة السماح بالاستخدام
Usual dose	الجرعة العادية

V

Vaculation	تجوف (تكوين فجوات)
Valid period of registration	الفترة القانونية للتسجيل
Vapor action	الفعل البخاري
Vapor pressure	الضغط البخاري
Varietal control	المكافحة الصنفية
Variety	صنف
Vegetative nervous system	جهاز عصبي لا إرادي
Vertical resistance	المقاومة الرأسية للنبات
Viability	حيوية أو خصوبة
Vigor	نشاط
Vigor resistance	المقاومة الفالقة
Vigor tolerance	التحمل الفائق
Virulence	القدرة على إحداث المرض

Virus	فيروس
Viscosity	اللزوجة
Visible light	ضوء مرئي
Vital	حيوي
Vital reaction	تفاعل حيوي
Vitelline membrane	غشاء صمغي
Volatility	تطاير
Volatilization	التطاير (التبخر)
Volume mean drop (VMD)	متوسط حجم القطرة
Vomiting	القيء
Vulnerability	قابلية الانجراف (الانثلام)

W

Warning	تحذير
Washing	غسيل
Waste water treatment	معاملة الماء الفاسد
Water dispersable powder	مسحوق قابل للانتشار في الماء
Waterless ultra low volume	الرش المتناهي في الدقة بدون ماء
Water management	تنظيم الري
Water miscibility	القابلية للامتزاج بالماء
Water pollutant pesticide	مبيد ملوث للماء
Water pollution	تلوث الماء
Water repellency	طارد للماء
Water retention	الاحتفاظ بالماء
Water soluble powder	مسحوق قابل للذوبان في الماء
Weakest link	رابطة ضعيفة
Weakness	ضعف
Weathering	التجوية
Weed control	مكافحة الحشائش
Weed killer	قاتل للحشائش
Weighting coefficient	معامل الترجيح
Weighting point	المنطقة المرجحة
Wettability	القابلية للبلل

Wettable powder	مسحوق قابل للبلل
Wetting agent	مادة مبللة
White cuticle	جلد أبيض
Wildlife	الحياة البرية
World Health Organization (WHO)	منظمة الصحة العالمية
Wound healing	الشفاء الجروح

X

Xenobiotic	مركب غريب
X - rays	أشعه إكس

Y

Yellow cuticle	جلد أصفر
Yellowing	الاصفرار

Z

Zero tolerance	صفر الأمان
----------------	------------

الترقيم الدولي

ISBN 997—1475—26—6



رقم الإيداع (٨٨/٧٦٠٧)

« كتب الدار العربية للنشر والتوزيع »

● في العلوم الزراعية والإنتاج الحيواني :

- الكائنات الدقيقة .. عملياً
- دليل الإنتاج التجاري للدجاج - جزء أول - جزء ثانٍ
- عالم الميكروبات
- علم المحوان - جزء أول - جزء ثانٍ - جزء ثالث - جزء رابع
- السيطرة على الآفات
- علم التربة والأراضي - مبادئ وتطبيقات
- الاقتصاد الزراعي - المبادئ والسياسة الزراعية
- النباتات الطبية وصناعاتها الزراعية والدوائية
- أساسيات علم الوراثة
- الاتجاهات الحديثة في المبيدات ومكافحة الحشرات
- (جزء أول - جزء ثانٍ)
- الطبعة الطبية والتطبيقية
- للدجاج - الطيور بأنواعها - الأرانب - الإصمحاء
- أساسيات إنتاج الحنظل ، وتكنولوجيا الزراعات
- المكشوفة والحمية - الصوبات
- التدرجات الوراثية للسلالة - مبادئ علم الوراثة
- مقدمة في نباتات الزينة
- محاصيل الحنظل
- حيوانات المزرعة
- علم البساتين
- أساسيات أمراض النبات
- الحشرات - التركيب والوظيفة
- (جزء أول - جزء ثانٍ)
- بساتين الفاكهة المستديمة الخضرة - بساتين الفاكهة المساقطة الأوراق ولحم تيناندر
- إنتاج اللبن واللحم من إفراس
- مقدمة في علم تقسيم النبات
- التحليل الطيفي للأنظمة الكيميائية والبيوكيميائية
- مقدمة في علم المحاصيل - أساسيات الانتاج

● سلسلة العلم والممارسة في المحاصيل الزراعية :

- الطماطم - البطاطس - البصل والفوم - القرعيات
- تكنولوجيا الزراعات الحمية - الصوبات - الحنظل الدورية
- كروم العنب وطرق إنتاجها
- في العلوم الحسوية والأهلية :
- الغذاء بين المرض والمرض البنية
- الطريق إلى الغذاء الصحي
- أسس صحة علمية تطبيقية
- أساسيات علوم الأغذية والصناعات الغذائية
- لواء الحافظة للأغذية
- الطبعة الصحية للإنسان
- أسس علوم الأغذية
- الأطعمة ودورها في التغذية والجداول الغذائية